

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
HORNICKO GEOLOGICKÁ FAKULTA

Technologie a hospodaření s vodou

PROBLEMATIKA NAKLÁDÁNÍ S ODPADNÍMI VODAMI
V RYCHVALDĚ

**(The Issue of Waste Water Management in the Rychvald
City)**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor:

Vladimír Haba

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Hana Škrobánková Ph.D.

Zadání bakalářské práce

Student: **Vladimír Haba**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 2102R006 Technologie a hospodaření s vodou
Téma: Problematika nakládání s odpadními vodami v Rychvaldě
The Issue of Waste Water Management in the Rychvald City
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce
2. Charakteristika oblasti
3. Vytipování problémů, platná legislativa
4. Posouzení možných variant řešení a rozpracování doporučené varianty
5. Ekonomické zhodnocení
6. Diskuze a závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

HLAVÍNEK, P., MIČÍN J., PRAX P.: (2003): Stokování a čištění odpadních vod. VUT Brno, Fakulta stavební, 1. vydání. ISBN 80-214-2535-0.

VÍTEŽ, T., GRODA, B. Čištění a čistírny odpadních vod. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 126 s. ISBN 978-80-7375-180-7.

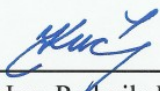
CHUDOBA, J. Odpadní vody a jejich čištění. Praha: b.n., 1991. 121 s. ISBN 80-85122-09-X.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Hana Škrobánková, Ph.D.**

Datum zadání: 30.10.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016


doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová
vedoucí institutu




prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
děkan fakulty

PROHLÁŠENÍ:

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution – Non Commercial – ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne: 29.4.2016

Haba Vladimír



Anotace

Bakalářská práce Vás krátce seznámí s historií a vývojem počtu obyvatel města Rychvald. Zaměřuje se na návrh řešení nakládání s odpadními vodami v jeho městské části Dolní Podlesí - Sovinec. V prvních kapitolách řeší hustotu osídlení městské vybrané městské části a členitost terénu, následně pak druhy odpadních vod, které v dané části nalezneme. Dále se věnuje návrhu nakládání dle platné legislativy. Snaží se navrhnout možná řešení pro zlepšení situace nakládání s odpadními vodami v dané oblasti. Dále ekonomicky hodnotí náročnost vybudování individuálních zařízení, centrální čistírny odpadních vod a kořenové čistírny pro tuto oblast.

Klíčová slova

Rychvald, odpadní voda, čistírna odpadních vod, kanalizace, vegetační čistírna odpadních vod, zemní (pískový) filtr, splašky, žumpa, septik.

Summary

My bachelor thesis introduces you to the history and growth population of the city Rychvald. My thesis is focused on layout solution how to treat with waste water in the city part of the Dolní Podlesí – Sovinec. In the first chapters it deals with density of population in selected city part, next my thesis deal with some kinds of waste water, which we can found in selected area. Next it deals with water law according to relevant legislation. It tried suggesting solutions for improvement how to treat with waste water in selected area. Next my thesis economically rate difficulty of construction individual facilities, sewage treatment plant and root sewage treatment for this area.

Key words

Rychvald, sewage, sewage treatment plant, sewage system, vegetation sewage treatment plant, soil (sandy) filter, cesspit, septic tank.

PODĚKOVÁNÍ:

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Haně Škrobánkové Ph.D., za trpělivost, pomoc, vstřícný a pozitivní přístup při vypracovávání.

Dále děkuji mému zaměstnavateli Ing. Lumíru Heinrichovi, za vstřícný přístup při mém studiu v pracovně právním vztahu, rodině a kolegům za pomoc.

OBSAH

1. Úvod	1
2. Obecné informace, historie Rychvaldu a jeho charakteristika	2
2.1 Obecné informace.....	2
2.2 Historie.....	3
2.3 Vývoj počtu obyvatel	3
2.4 Charakteristika vybrané oblasti	4
2.5 Členitost a mapování terénu	5
3. Druhy odpadních vod zde se vyskytující.....	8
3.1. Odpadní vody splaškové.....	8
3.1.1 Černá voda	10
3.1.2 Šedá voda	13
3.2 Odpadní vody srážkové	15
4. Výčet platné legislativy	17
4.1 Směrnice rady EU (91/271/EHS)	17
4.2 Zákon č. 254/2001 Sb. Vodního zákona	17
4.3 Zákon č. 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví	21
4.4 Zákon 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích	22
4.5 Předpis č. 401/2015	23
5. Nakládání s odpadními vodami - obecně	24
5.1 Způsoby nakládání, akumulace a předčištění splaškových OV	24
5.1.1 Žumpa	24
5.1.2 Septiky	26
5.1.3 Domovní čistírna odpadních vod – DČOV	27
5.2 Dočištění OV ze septiků a DČOV přírodními způsoby	28

5.2.1 Výhody přírodního způsobu čištění OV	28
5.2.2 Nevýhody přírodního způsobu čištění OV	29
5.2.3 Zemní filtr – charakteristika, konstrukce, funkce a umístění	30
5.2.4 Vegetační kořenová čistírna VKČ.....	34
6. Zmapování terénu ohledně nakládání s odpadními vodami ve vybrané oblasti.....	44
6.1 Pořízení fotodokumentace OV	44
6.2 Zjištění informací o nakládání s OV v terénu	46
7. Doporučení možných variant řešení	50
7.1 Individuální řešení.....	50
7.1.1 Zřízení zemních filtrů a VKČ.....	50
7.1.2 Zřízení akumulčních jímek.....	51
7.1.3 Stavba DČOV se vsakováním nebo sběrnou nádrží	51
7.1.4 Umístění zařízení na jímku splašků - HERVA	52
7.2 Návrh vybudování centrální stokové sítě splaškové.....	54
7.2.1 Se zakončením na centrální klasické ČOV	55
7.2.2 Varianta se zakončením na VKČ	55
8. Ekonomické zhodnocení.....	56
8.1 Zhodnocení individuálních návrhů	56
8.1.1 Zemní filtr pro 3 - 5 EO.....	56
8.1.2 VKČ pro 4 - 6 EO	57
8.1.3 DČOV plnicí NV 401/ 2015 Sb. a NV 57/2016 Sb. pro vypouštění OV do okolí, 3 – 7 EO	57
8.2 Centrální návrh řešení.....	58
8.2.1 Biologická balená ČOV pro max. 180 EO.....	59
8.2.2 Centrální VKČ pro 180 EO	60
Závěr	63
Seznam použité literatury	64
<i>Knižní zdroje</i>	<i>64</i>
<i>Elektronické zdroje.....</i>	<i>64</i>

Seznam použitých zkratek	72
Seznam obrázků	73
Seznam tabulek	76
Seznam grafů	77

1. ÚVOD

Téma bakalářské práce, která pojednává o problematice nakládání s odpadními vodami, jsem si zvolil z důvodu nedostatků, které se ve městě Rychvald v této oblasti vyskytují. Již několik let v jedné z okrajových částí žiji a jsem denně v kontaktu s okolím, které je tímto problémem dlouhá léta zasaženo.

Aspektů, které tuto situaci ovlivňují je více, ale dle mého úsudku je hlavním z nich finanční náročnost zřízení funkční kanalizace odpovídající platné legislativě a neinformovanost veřejnosti o platných zákonech a předpisech, které se touto problematikou zabývají.

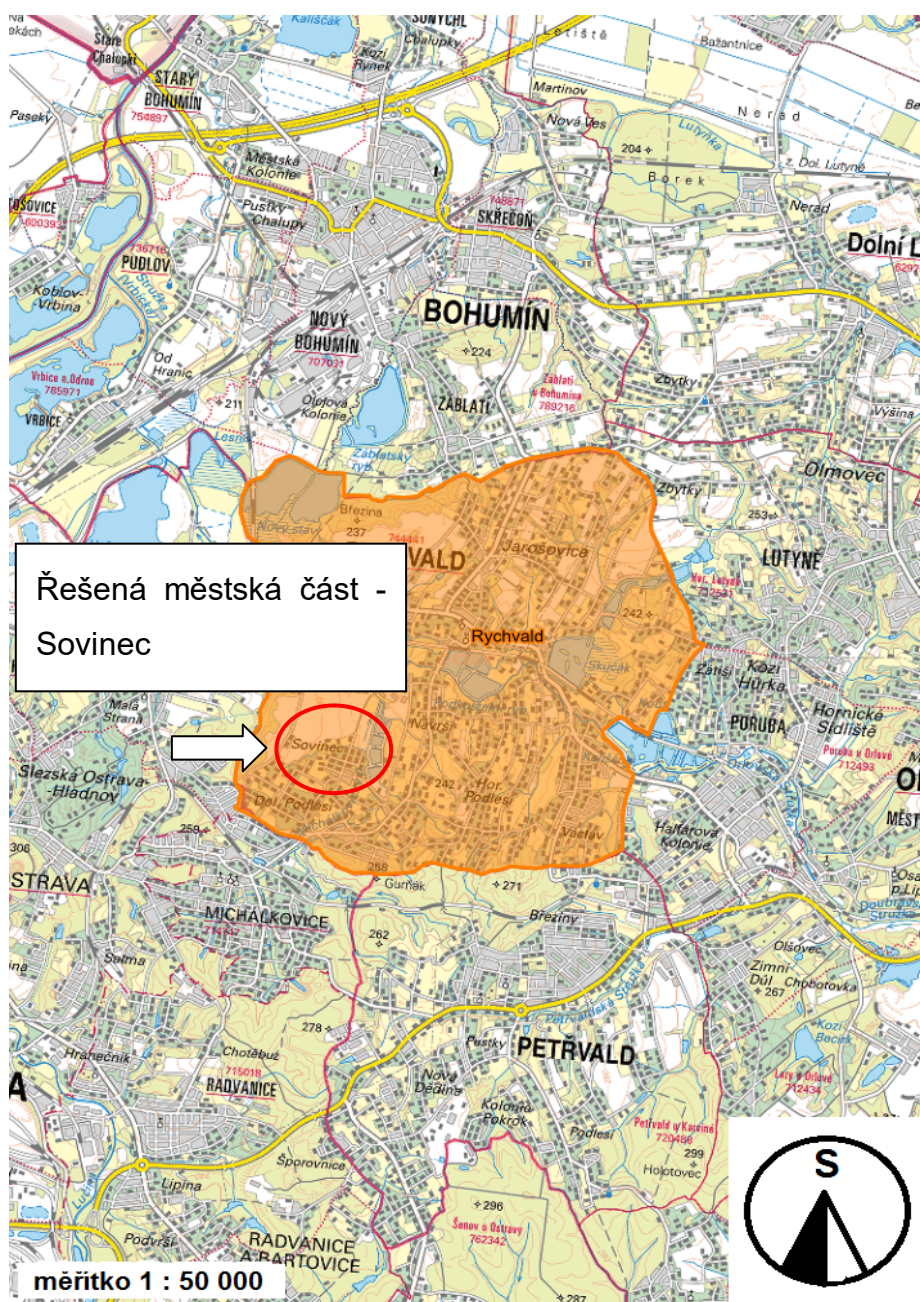
Město se v této části stále rozrůstá. S přibývajícím množstvím obyvatel se také zvyšuje produkce OV. Vzniká tím riziko úniku stále většího množství OV do okolí. Tato skutečnost může způsobit kontaminaci podzemních zdrojů pitné vody, která je zde stále jímána kopanými studnami, popř. vrty a využívána k denní spotřebě.

Cílem práce je zmapovat situaci ohledně nakládání s odpadními vodami, v místní části Dolní Podlesí - Sovinec města Rychvald. Zjistit způsoby, jakými obyvatelé této oblasti odpadní vody likvidují a porovnat je s nařízením dle platné legislativy. Navrhnout také ekonomicky přijatelné řešení současného nepříznivého stavu.

2. OBECNÉ INFORMACE, HISTORIE RYCHVALDU A JEHO CHARAKTERISTIKA

2.1 Obecné informace

Město Rychvald se nachází v okrese Karviná v Moravskoslezském kraji. Jeho rozloha činí 1702 ha a počet obyvatel v roce 2015 byl 7273. Hustota osídlení je tedy přibližně 427 obyvatel/km² (O městě, [online]).



Obrázek 1. Situační mapa Rychvaldu (Publikace dat IKS, 2016 [online]).

2.2 Historie

První písemná zmínka o založení obce pochází z roku 1305. Město se nachází na pohraničí a díky tomu se zde střídaly polské a české vlivy. Do 19. století převládalo v obci zemědělství. Rozvoj těžby uhlí přinesl také změnu ve skladbě obyvatel (O městě, [online]).

V roce 1939 dne 1. září byla obec okupována německou armádou. Většina obyvatel, kteří svá obydlí ve válce opustili, se po osvobození města vrátili. Rychvald byl osvobozen 1. května 1945 a na město byl povýšen v roce 1985 (O městě, [online]).

2.3 Vývoj počtu obyvatel

Vzrůstající vývoj počtu obyvatel a tím i zvýšení produkce odpadních vod měl za následek nutná řešení pro jejich nakládání a následnou likvidaci.

V roce 1921 měla obec 5786 obyvatel a hranici 7000 obyvatel překročila v roce 1935, a tím požádala o povýšení na městys. Během druhé světové války počet obyvatel klesl (Profil města, [online]).

Růst počtu obyvatel v posledních letech znázorňuje tabulka č. 1.

Tabulka 1. Vývoj počtu obyvatel v Rychvaldu od r. 2007 - 2015 (Profil města, 2016 [online]).

Vývoj počtu obyvatel dle letopočtu									
Rok	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Počet obyvatel	6871	6908	7000	7112	7178	7220	7247	7261	7273

Urbanizace okolí a nová výstavba sebou přinášejí zvýšené nároky na spotřebu pitné vody a produkci vod odpadních. V meziročním vývoji je zřejmé, že se počet obyvatel zvyšuje a tento trend má město za cíl si zachovat.

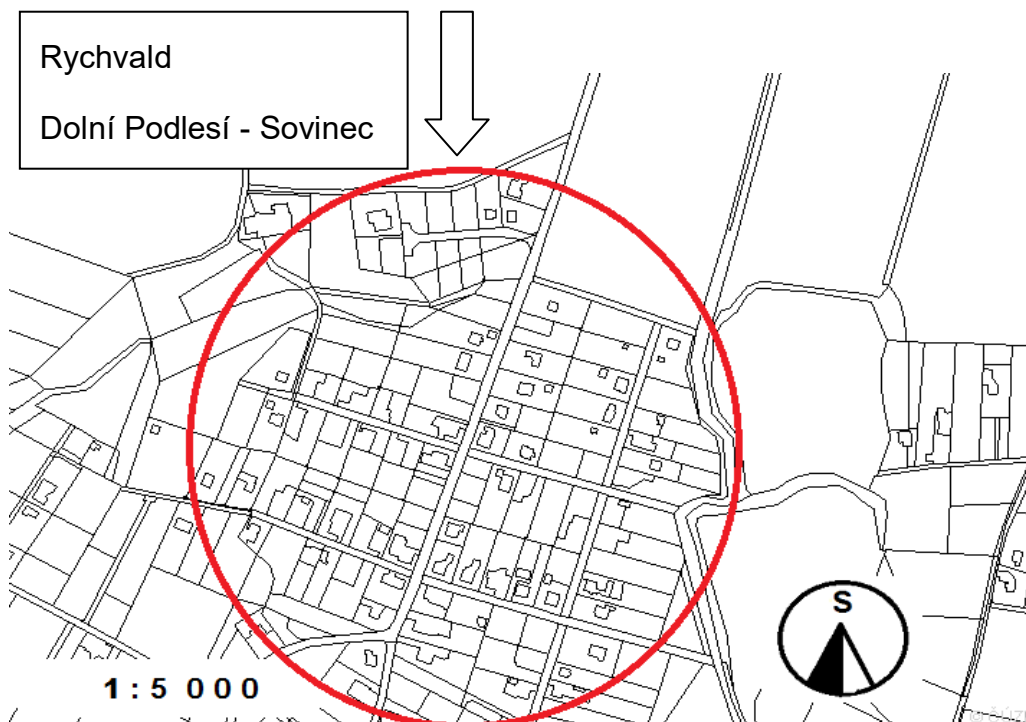
Ve městě je vybudovaný veřejný vodovod, který je v majetku a správě firmy SmVak a.s. Je na něj napojeno cca 97 % trvale bydlících obyvatel. Zbývající část je řešena lokálními zdroji pitné vody (Rychvald - program rozvoje, [online]).

Odlišná situace je v oblasti kanalizace, kde odkanalizování města byl a je největší strategický úkol na nejbližší období. Již v minulosti byly zpracovány projektové dokumentace, realizace však byla vázána na možnou podporu z EU. V roce 2012 byla dokončena výstavba kanalizace na ul. Bohumínská a to v souladu s rekonstrukcí kominukace, k řešení stále zůstávají stavby kanalizace Václav a Dolní Podlesí (Rychvald - program rozvoje, [online]).

Ze získaných informací bylo předpokládáno dokončení centrální kanalizace celého Rychvaldu včetně části Dolní Podlesí – Sovinec v roce 2010. Celkové náklady na realizaci měly být téměř 119 mil. Kč.

2.4 Charakteristika vybrané oblasti

Na obrázku č. 2 je vyznačená oblast, kterou se v této práci zabývám.



Obrázek 2. Oblast pro návrh likvidace OV (Publikace dat IKS N, 2016 [online]).

Tato městská část se nazývá Rychvald – Dolní Podlesí - Sovinec. Nachází se zde zhruba 50 domů nové i starší zástavby při celkovém osídlení do 150 ekvivalentních obyvatel (dále jen EO) - (vlastní odhad).

EO je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den (Předpis č. 401/2015 Sb., 2015 [online]).

Plocha řešené oblasti je okolo 170 000 m² (Publikace dat IKS_N, 2016 [online]).

Při předpokladu osídlení 150 EO by byla denní produkce odpadních vod (dále jen OV) 22 500 litrů a produkce BSK₅ 9 000 g/den.

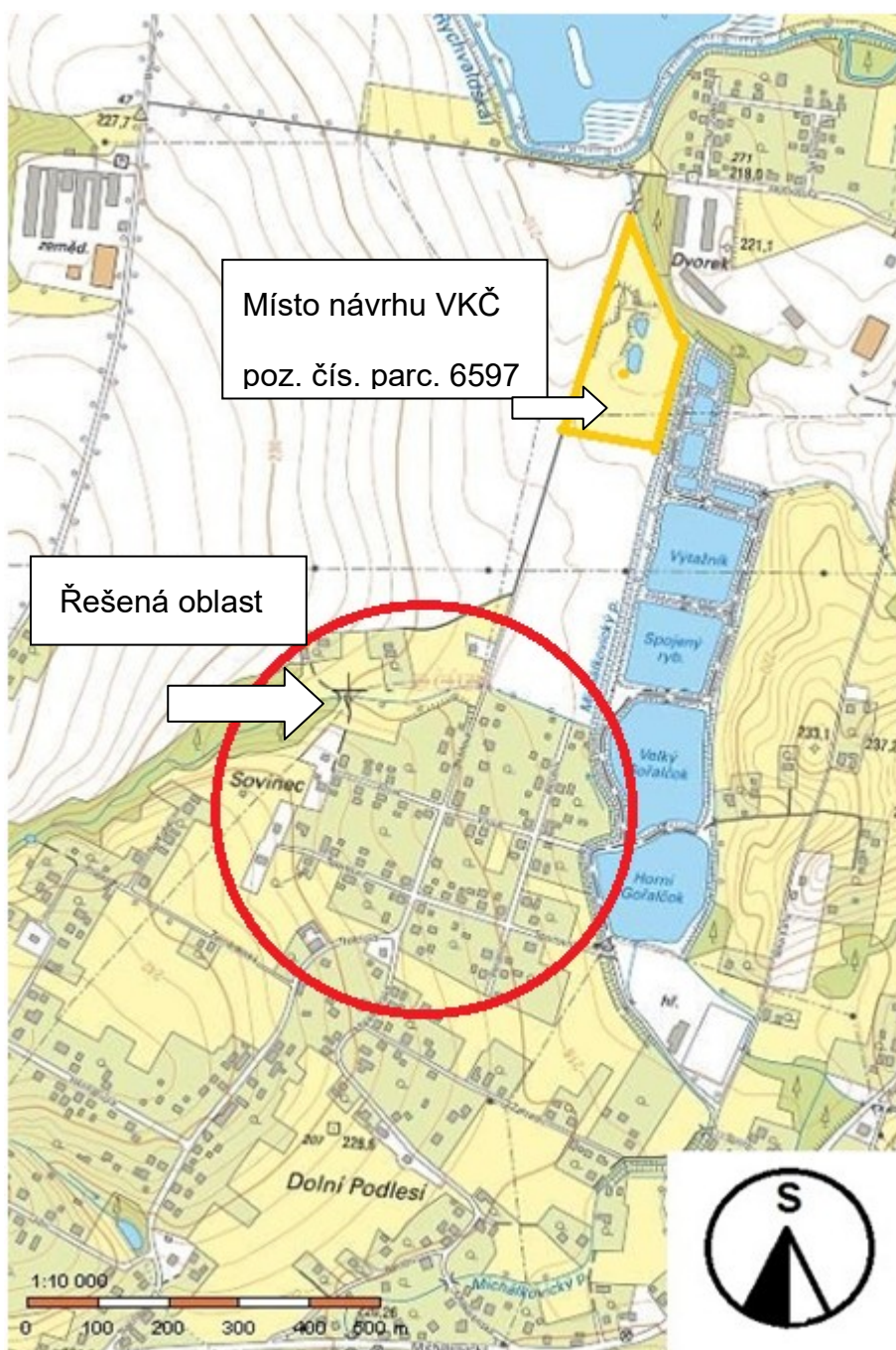
2.5 Členitost a mapování terénu

Osídlená oblast, ve které se nakládání s OV zabývám, je ve svažitém terénu. Díky této poloze odpadní vody odtékají gravitačně, což usnadní jejich svedení a odtok v navrhovaném řešení splaškové stokové sítě.

Ze základní mapy geoportálu ČR jsem z výškopisných údajů vyčetl převýšení mezi horní oblastí navrhovaného odkanalizování a místem návrhu realizace vegetační kořenové čistírny (dále jen VKČ) 22 m (Základní mapy ČR, [online]).

V současné době se jedná o odtok v příkopech vyhloubených podél komunikací, které nejsou ani nijak opatřeny proti průsakům do půdy. Vzniká tím riziko kontaminace vod podzemních.

Sklon terénu lze vyčíst z vrstevnic v následujícím obrázku č. 3.



Obrázek 3. Výšková situace řešené oblasti – vrstevnice, místo návrhu VKČ (Publikace dat IKS, 2016 [online]).

Ve vzdálenosti cca 500 m od řešené oblasti se nachází vytipovaný pozemek číslo parcelní 6597 v katastrálním území Rychvald, který jsem shledal jako vhodný pro realizaci mého návrhu.

Pozemek je majetkem firmy Asental Land, s.r.o. Jeho výměra činí 18 658 m². Jedná se o rovinu s terénní depresí s trvalým travním porostem (Informace o pozemku, 2016 [online]).

Podél protéká Michálkovický potok, který si zachovává průtok po celý rok. Odvádí povrchové vody z větší části města včetně vod splaškových. Jeho vodnatost může být využita jako zdroj vody pro VKČ v době s nízkým srážkovým úhrnem, případně pro naředění OV. Poslouží také jako recipient pro odvedení vyčištěné vody.

Zmíněný pozemek je situován v dostatečné vzdálenosti od osídlení ve všech směrech. Tím by mělo být zamezeno ovlivnění ovzduší případným zápachem z čistírny. Při průzkumu přímo v terénu jsem zjistil jeho nevyužití, jelikož je neudržovaný a zarostlý neupravenými keři a náletovým porostem stromů.

Tyto okolnosti ve mně vzbudily myšlenku realizace VKČ právě na tomto místě.



Obrázek 4. Fotografie pozemku čís. parc. 6597 v katastrálním území Rychvald ze dne 6. 4. 2016 - místo návrhu VKČ (foto: Haba Vladimír).

3. DRUHY ODPADNÍCH VOD ZDE SE VYSKYTUJÍ

V České republice je voda doposud levná surovina. V našem prostředí jsme zvyklí mít pitnou vodu kdykoliv k dispozici a po využití ji vyčistit a vrátit zpět do přírody. Odpadní vody vypouštěné do vodního toku mění fyzikální, chemické a biologické vlastnosti vody v recipientu, což se projevuje hygienickými (bakteriálním znečištěním a zápachem) i estetickými závadami (zabarvením a pachem). Hlavní podíl znečišťujících látek pochází z moči a fekálií. Příkladem možného využití odpadní vody jako zdroje surovin je oddělené shromažďování moči a její následné zpracování za účelem využití některých látek (např. dusíku a fosforu). Jedna z variant této technologie spočívá v zachycení fekálií a moči pomocí separačních zařízení (MIFKOVÁ T., 2011 [online]).

Definice OV dle zákona 254/2001 Sb. Vodního zákona §38 odst. 1.

„Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavebách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu“ (Vodní zákon – č. 254/2001 Sb., 2001[online]).

Podle původu a druhu znečištění dále odpadní vody dělíme do skupin jako vody splaškové, průmyslové, infekční, ze zemědělství a zemědělské výroby, srážkové a ostatní odpadní vody (HLAVÍNEK a kol. 2001).

3.1. Odpadní vody splaškové

Definice dle předpisu č. 401/2015 Sb. §2 odstavec 2.

„Splašky jsou odpadní vody z domácností a služeb, které vznikají převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech“ (Předpis č. 401/2015 Sb., 2015 [online]).

Tyto OV obsahují velké množství tuhých exkrementů, zbytky jídel, prací a mycí prostředky a mnoho nebezpečných choroboplodných zárodků (HLAVÍNEK a kol. 2001).

Barva splaškových vod bývá šedá až šedohnědá se silným zákalem. Teplota se většinou pohybuje od 5 ° do 20 °C, což záleží na ročním období a pH se pohybuje v rozmezí 6,8 – 7,5 (DOHÁNYOS a kol. 1998).

Specifické množství splaškových odpadních vod produkované jedním obyvatelem za jeden den je téměř shodné s jeho denní spotřebou vody. V České republice se uvádí hodnota 120 – 150 l/os za den. Dle technické vybavenosti regionu lze toto množství navyšovat o 20 – 30 l/os za den. V malých obcích je však spotřeba vody výrazně nižší a uvádí se zhruba 80 l/os za den (HLAVÍNEK a kol. 2001).

Pro návrh biologického čištění splaškových vod jsou důležité hodnoty parametrů, uvedené v tabulce č. 2: (HLAVÍNEK a kol. 2001).

Tabulka 2. Orientační složení splaškových vod (HLAVÍNEK a kol. 2001).

<u>Vybraný ukazatel</u>	<u>Rozmezí hodnot</u>	<u>Jednotky</u>
hodnota pH	6,5 - 8,5	
nerozpuštěné látky	200 - 700	[mg/l]
usaditelné	73	[%]
neusaditelné	27	[%]
rozpuštěné látky	600 - 800	[mg/l]
BSK ₅ s potlačením nitrifikace	100 - 400	[mg/l]
CHSK - Cr	250 - 800	[mg/l]
N _{celk.}	30 - 70	[mg/l]
N - NH ₄	20 - 45	[mg/l]
P _{celk.}	5 - 15	[mg/l]
poměr BSK ₅ : CHSK _{Cr}	0,5	

Významné pro návrh biologického čištění OV je množství dusíku a fosforu, které je pro účinné biologické čištění dáno poměrem:

$$\text{BSK}_5 : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1 \text{ (HLAVÍNEK a kol. 2001).}$$

Tento poměr uvádí optimální množství dusíku a fosforu ve vztahu k organickému uhlíku (HLAVÍNEK a kol. 2001).

Původ znečišťujících látek ve splaškových vodách spočívá zejména v moči a fekáliích a předpokládá se, že až 80 % organických látek pochází z fekálií a moče (HLAVÍNEK a kol. 2001).

Další látky obsažené ve splaškových vodách jsou živočišné a rostlinné zbytky potravy z kuchyní, prací a čisticí prostředky (HLAVÍNEK a kol. 2001).

V oblasti, kde není možné odpadní vody vypouštět do stokové sítě, je třeba navrhnout samostatné čištění a odvádění odpadních vod přímo v místě jejich vzniku (MIFKOVÁ T., 2011 [online]).

Splaškové vody z domácností lze dále rozdělit dle jejich složení a původu na černou a šedou vodu.

3.1.1 Černá voda

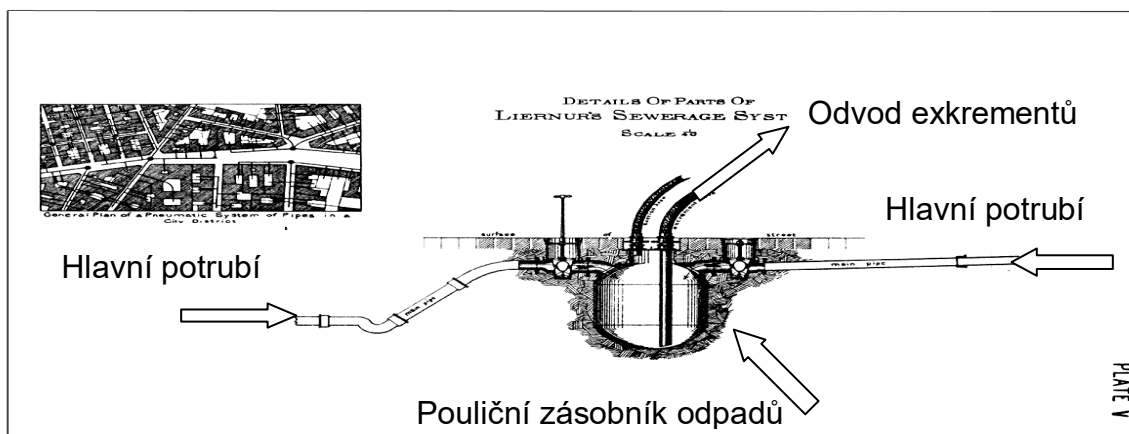
Klasickým odváděním odpadních vod z toalet – tzn. hnědých a žlutých vod současně – získáváme vody černé (MIFKOVÁ T., 2011 [online]).

Jedná se o odpadní vodu obsahující fekálie a moč z toalet (ŽABIČKA Z., 2008 [online]).

Obsahuje velké množství nutrientů, které lze při decentralizovaném odvodu OV z obydlí znovu využít.

Příkladem decentralizovaného odvodu černých vod je starý systém Liernur, který byl využíván především v Holandsku. Jedná se o separační systém navržený Kapitánem Charlesem T. Liernurem okolo roku 1884 užívaný pro sběr černé vody z toalet k jejímu dalšímu využití (PLOTĚNÝ K. 2, 2008 [online]).

Primárně byl navržen pro odvod splašků a dešťových vod oddělenými systémy (Sewer History, 2004 [online]).



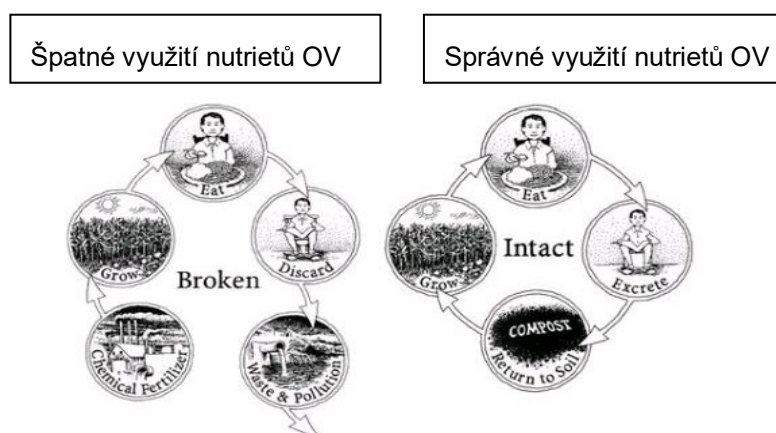
Obrázek 5. Detail systému Liernur (Sewer History, 2004 [online]).

Myšlenka spočívala ve vyvinutí pneumatického systému pro odvod odpadů v potrubí pomocí podtlaku vytvořeného v těchto trubkách. Odpadní produkty byly nasávány do místa určení (Sewer History, 2004 [online]).

Nutrienty OV

Pod pojmem nutrienty v odpadních vodách rozumíme anorganické sloučeniny dusíku, fosforu a draslíku. Všechny tyto tři základní nutrienty se nacházejí nejenom v moči, ale i ve fekáliích, které jsou vylučovány z lidského organismu, rozdíl je v jejich poměru. Nutrienty se v moči nacházejí ve formách, které jsou pro rostliny snadno využitelné (MIFKOVÁ T., 2011 [online]).

V dnešní době je možné s využitím speciálních zařízení rozdělení černé vody na vody žluté (moč) a hnědé (fekálie) (MIFKOVÁ T., 2011 [online]).



Obrázek 6. Příklady koloběhu nutrieti (DECKER K., 2010 [online]).

Žlutá voda

Produkce moče jednoho obyvatele je 0,6-1,5 litru za den o sušině 60 g. Složení moči je 35 g organických sloučenin, které jsou zastoupeny převážně dusíkatými sloučeninami, např. močovinou a 25 g anorganických sloučenin, převážně sodíkem a chloridy, sírany, fosforečnany a dalšími (HLAVÍNEK a kol. 2001).

Když moč opustí lidské tělo, je kontaminovaná látkami, které se nacházejí na povrchu, po kterém je dále dopravována (v klasických toaletách se dostává do kontaktu s fekáliemi) a přestává být sterilní. Na rozdíl od fekálií moč sama o sobě neobsahuje bakterie, plísně nebo viry. Moč obsahuje velké množství močoviny, která může být využita jako zdroj dusíku pro rostliny a je užitečný urychlovač kompostu (MIFKOVÁ T., 2011 [online]).

Hnědá voda

Jeden obyvatel průměrně vyprodukuje cca 250 g fekálií za den o sušině cca 50 g, jež je z 90 % tvořena organickými látkami. Mezi charakteristické sloučeniny vyskytující se ve fekáliích zahrnujeme také steroidní sloučeniny, které vznikají při bakteriální redukci ve střevech, žlučová barviva a žlučové kyseliny (HLAVÍNEK a kol. 2001).



Obrázek 7. Příklad dělicí toalety sloužící k separaci žlutých a hnědých vod (MIFKOVÁ T., 2011 [online]).

3.1.2 Šedá voda

Mezi šedé vody jsou podle převažujícího názoru ve světě zařazovány vody z koupelny, prádelny a kuchyně včetně kuchyňského odpadu z drtičů. Nejvýznamnější znečištění šedých vod způsobují detergenty z pracích prášků, šamponů, mýdla, zubních past a podobně. Odpadní vody z kuchyňských umyvadel a z drtičů odpadů jsou občas vyjímány ze zdrojů šedé vody, protože mohou obsahovat oleje a tuky a představují mikrobiální znečištění, což může mít negativní vliv na životní prostředí. V mnoha případech je však kuchyňský odpad mezi šedé vody zahrnován (MIFKOVÁ T., 2011 [online]).

Při decentralizovaném odvádění OV z obydlí lze po dočištění tuto vodu znovu použít, např. k zalévání zahrad, mytí podlah nebo splachování WC (BIELA R., 2011 [online]).

Složení šedých vod uvádí tabulka č. 3:

Tabulka 3. Množství plovoucích látek, BSK a CHSK v šedé vodě (BIELA R., 2011 [online]).

Množství plovoucích látek v šedých vodách				
Zdroj šedé vody	pračky	vany, sprchy, umyvadla	Kuchyně, myčky	
plovoucí látky [mg/l]	79 - 280	7 - 120	134 - 1300	
Hodnoty chemické a biochemické spotřeby kyslíku				
Zdroj šedé vody	pračky	vany, sprchy, umyvadla	Kuchyně, myčky	neseparovaná šedá voda
BSK ₅ mg/l	48 - 682	19 - 200	669 - 756	41 - 194
CHSK mg/l	375	64 - 8000	26 - 1600	495 - 623

Legislativní požadavky na kvalitu vyčištěných šedých vod pro jejich další využití nejsou zatím v České republice přijaty. V zahraničí jsou tyto vyčištěné vody po dlouhá desetiletí běžně využívány, což je dáno hlavně vysokou cenou pitné vody v dané oblasti, případně omezenými zdroji. Pro tento účel jsou v zahraničí

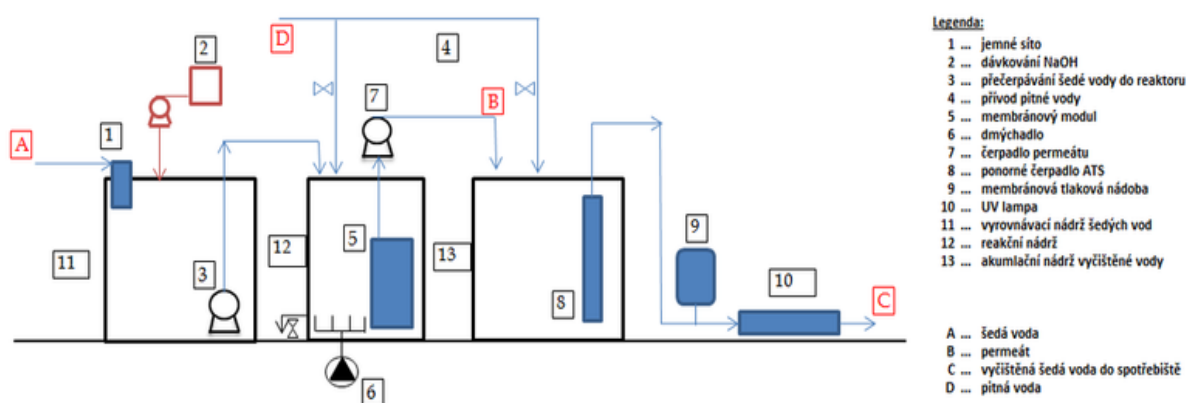
vydány normy zabývající se systémy využití šedých vod, včetně doporučení zaměřených na kvalitu a monitorování těchto vod (BIELA R., 2011 [online]).

V následujícím obrázku je znázorněný decentralizovaný odvod černých a šedých vod z domácnosti pro jejich další využití.



Obrázek 8. Decentralizovaný odvod OV na úrovni domácností (MIFKOVÁ T., 2011 [online]).

I u nás existují systémy, které dočišťují šedé vody pro jejich další využití. Jedním ze systémů je na obrázku č. 9:



Obrázek 9. Schéma uspořádání zařízení na čištění šedých vod (PLOTĚNÝ K., 2012 [online]).

Podíl vyprodukované šedé vody se pohybuje mezi 50 – 80 % z celkového množství odpadní vody z domácnosti (Grey water, 2015 [online]).

Význam využití šedé vody jako úspory vody pitné není jediným pozitivem např. při zalévání rostlin. Voda i po vyčištění stále obsahuje spoustu živin, tudíž se sníží spotřeba hnojiv. Ornice je tím pádem mnohem úrodnější a rostliny tak lépe prosperují.

Jako další pozitivum lze také uvést úsporu energie a chemikálií, spojenou s úpravou a dodávkou vody pitné. Tato úspora také souvisí s odvodem vod odpadních a jejich čištěním. Využitím šedé vody také prodloužíme životnost septiku a zvýšíme jeho kapacitu pro vody černé (Grey water, 2015 [online]).

Zavedením vyčištěných OV dále do biologického rybníku vznikne biotop, ve kterém nalezne útočiště spousta živočichů a vodních rostlin.

3.2 Odpadní vody srážkové

Pro návrh přírodního čištění odpadních vod je také důležitým podkladem znalost množství a složení povrchových vod vzniklých z vod srážkových. Zejména, pokud přitékají jednotnou stokovou sítí na čistírnu. Ovlivňují totiž nejen množství přitékající OV, ale i její složení (ŠÁLEK J. 2006).

Srážkové OV jsou vody odvedené ze střech, komunikací, parkovišť apod. do stokové sítě (HLAVÍNEK a kol. 2001).

Složení srážkových vod sledují pracovníci Českého hydrometeorologického ústavu, pracovníci povodí a Výzkumného ústavu vodohospodářského v Praze (ŠÁLEK J. 2006).

Jejich znečištění tvoří široká škála látek, které jsou anorganické a organické (HLAVÍNEK a kol. 2001).

Mezi anorganické látky v nerozpuštěné a rozpuštěné formě řadíme těžké kovy, anionty silných minerálních kyselin (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-), sloučeniny dusíku, fosforu a další (HLAVÍNEK a kol. 2001).

Organická složka v nerozpuštěné a rozpuštěné formě je tvořena ropnými látkami, chlorovanými uhlovodíky, dioxiny, pesticidy a dalšími. (HLAVÍNEK a kol. 2001).

Činnost VKČ ovlivňují toxické látky, např. kyselá dešť (ŠÁLEK J. 2006).

Přítok srážkové vody Q se stanoví přibližně z obecného vztahu:

$$Q = \Psi \cdot S_s \cdot q_s [10^{-3} \cdot m^3 \cdot s^{-1}] \text{ (ŠÁLEK J. 2006).}$$

kde je:

Ψ - součinitel odtoku (nalezneme v tabulkách dle ČSN 75 6101)

S_s - plocha povodí [ha]

q_s - intenzita směrodatného deště uvažované periodicity (hodnoty nalezneme v tabulkách dle ČSN 75 6101)

Potřebné údaje o dešťových srážkách získáme u Českého hydrometeorologického ústavu (ŠÁLEK J. 2006).

V dané oblasti se zabývám pouze produkcí OV z domácností, tedy vodou splaškovou. Návrh řešení tedy nebude zahrnovat odvod vod srážkových. Ten je v současné době zajištěn příkopy podél komunikací, společně s OV do vodotečí.

4. VÝČET PLATNÉ LEGISLATIVY

V této kapitole jsem se snažil vybrat ze zákonů, předpisů a směrnic EU a ČR ty, které se vypouštěním, nakládáním a likvidací OV zabývají.

4.1 Směrnice rady EU (91/271/EHS)

Jako první zmiňuji **směrnici rady EU ze dne 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod (91/271/EHS)**, která byla přijata vzhledem k tomu, že pro ochranu životního prostředí před nepříznivými účinky způsobenými vypouštěním nedostatečně vyčištěných městských odpadních vod je všeobecně zapotřebí sekundární čištění městských odpadních vod (Směrnice Rady (91/271/EHS), 1991 [online]).

To znamená, že pokud jsou splaškové vody vypouštěny do vod povrchových, je nutné zajistit jejich odvod tak, aby nedocházelo k ohrožení životního prostředí. Sekundární čištění znamená zavedení OV do ČOV, KČOV nebo zemního filtru patřičné účinnosti, před vypouštěním do recipientu.

Ve 3. článku směrnice **(91/271/EHS)** odstavce 3. je uvedeno, že pokud není vybudování stokové soustavy vhodné buď proto, že by nepřineslo životnímu prostředí žádný užitek, nebo proto, že by si vyžádalo příliš vysoké finanční náklady, použijí se individuální nebo jiné vyhovující systémy, které zajistí stejnou úroveň ochrany životního prostředí (Směrnice Rady (91/271/EHS), 1991 [online]).

Aby však byla ochrana životního prostředí v řešené oblasti zachována, lze doporučit individuální zřízení DČOV, KČOV nebo zemního filtru na pozemku každého, kdo OV vypouští.

4.2 Zákon č. 254/2001 Sb. Vodního zákona

Dle §1 odstavce 1 **zákona č. 254/2001 Sb. Vodního zákona** je potřeba chránit povrchové a podzemní vody díky stanoveným podmínkám pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod (Vodní zákon – č. 254/2001 Sb., 2001 [online]).

Vypouštění OV do vod povrchových je ustanoveno v 5. díle tohoto **zákona č. 254/2001 Sb.** – Ochrana jakosti vod, jehož §38 **zákona č. 254/2001 Sb.** se věnuje vypouštění OV do vod povrchových.

V §38 odst. 3. **zákona č. 254/2001 Sb.** je dáno, že kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Při stanovování těchto podmínek je vodoprávní úřad povinen přihlížet k nejlepším dostupným technologiím v oblasti zneškodňování odpadních vod, kterými se rozumí nejúčinnější a nejpokročilejší stupeň vývoje použité technologie zneškodňování nebo čištění odpadních vod, vyvinuté v měřítku umožňujícím její zavedení za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek a zároveň nejúčinnější pro ochranu vod (Vodní zákon – č. 254/2001 Sb., 2001 [online]).

Pro porovnání účinností jednotlivých technologií čištění OV je již v dnešní době spousta dat, získaných výzkumem a měřením. Z těchto zdrojů lze vybrat vhodný a ekonomicky výhodný způsob čištění pro jednotlivá obydlí i centrální odkanalizování řešené oblasti.

V §38 odst. 4 **zákona č. 254/2001 Sb.** je uvedeno, že kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění a výsledky těchto měření předávat vodoprávnímu úřadu, který rozhodnutí vydal, příslušnému správci povodí a pověřenému odbornému subjektu. Vodoprávní úřad tímto rozhodnutím stanoví místo a způsob měření objemu a znečištění vypouštěných odpadních vod a četnost předkládání výsledků těchto měření. Odběry a rozborů ke zjištění míry znečištění vypouštěných odpadních vod mohou provádět jen odborně způsobilé osoby oprávněné k podnikání (Vodní zákon – č. 254/2001 Sb., 2001 [online]).

V §38 odst. 7 **zákona č. 254/2001 Sb.** je přímé vypouštění odpadních vod do podzemních vod zakázáno. Vypouštění odpadních vod neobsahujících nebezpečné závadné látky nebo zvlášť nebezpečné závadné látky (§ 39 odst. 3 **zákona č. 254/2001 Sb.**) z jednotlivých staveb pro bydlení, jednotlivých staveb pro rodinnou rekreaci nebo z jednotlivých staveb poskytujících ubytovací služby,

vznikajících převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech přes půdní vrstvy do vod podzemních, lze povolit jen výjimečně na základě vyjádření osoby s odbornou způsobilostí k jejich vlivu na jakost podzemních vod, pokud není technicky nebo s ohledem na zájmy chráněné jinými právními předpisy možné jejich vypouštění do vod povrchových nebo do kanalizace pro veřejnou potřebu (Vodní zákon – č. 254/2001 Sb., 2001 [online]).

Podle §38 odst. 6 **zákona č. 254/2001 Sb.** ten, kdo akumuluje odpadní vody v bezodtokové jímce, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování tak, aby nebyla ohrožena jakost povrchových nebo podzemních vod, a na výzvu vodoprávního úřadu nebo České inspekce životního prostředí prokázat jejich zneškodňování v souladu s tímto zákonem (Vodní zákon – č. 254/2001 Sb., 2001 [online]).

Jako další informaci bych uvedl §9 odst. 2 zákona **254/2001 Sb. Vodního zákona**, kde je stanoveno, že povolení pro vypouštění OV nemůže být vydáno na dobu delší 10 let (Vodní zákon – č. 254/2001 Sb., 2001 [online]).

Dle mého úsudku to znamená, že pokud někdo toto povolení vlastní, musí si hlídat jeho platnost. Důvod vidím v tom, že se v průběhu těchto let mění legislativa a podmínky pro nakládání s OV.

Vznikající OV lze v zásadě likvidovat několika způsoby:

a) Vypouštěním do veřejné kanalizace, která je zakončena čistírnou odpadních vod (ČOV). V tomto případě není třeba odpadní vody vypouštěné z nemovitosti nijak předčišťovat, není třeba žádné povolení vodoprávního úřadu, stačí uzavřít smlouvu s provozovatelem kanalizace (Dobrovolný svazek obcí, 2014 [online]).

b) vypouštěním do veřejné kanalizace, která není zakončena ČOV. V tomto případě je nutno odpadní vody vypouštěné z nemovitosti předčišťovat pomocí domovní ČOV, rovněž musí být uzavřena smlouva s provozovatelem kanalizace (Dobrovolný svazek obcí, 2014 [online]).

c) vypouštěním odpadních vod do vod povrchových (vodní tok). V tomto případě je nutno odpadní vody vypouštěné z nemovitosti předčišťovat pomocí

domovní ČOV a je třeba povolení vodoprávního úřadu k vypouštění předčištěných odpadních vod do vod povrchových (Dobrovolný svazek obcí, 2014 [online]).

d) vypouštěním odpadních vod do vod podzemních (výjimečně a pouze v místech, kde nelze odpadní vody vypouštět výše uvedenými třemi způsoby). V tomto případě je nutno odpadní vody vypouštěné z nemovitosti předčišťovat pomocí domovní ČOV, je třeba povolení vodoprávního úřadu k vypouštění předčištěných odpadních vod do vod podzemních a kladné posouzení hydrogeologa. Použití předčištěných odpadních vod k zalévání a rozstřiku je považováno za vypouštění do vod podzemních (Dobrovolný svazek obcí, 2014 [online]).

Tam kde nelze odpadní vody vypouštět žádným z výše uvedených způsobů, musejí být odpadní vody shromažďovány v nepropustné jímce (žumpě) a pravidelně odváženy k likvidaci na některou komunální ČOV, která je k tomuto účelu vybavena (stáčecí místo) (Dobrovolný svazek obcí, 2014 [online]).

Majitelé septiků a čistíren, jež nejsou napojeny na kanalizaci, a vypouštějí odpadní vody do povrchových vod např. potoka, řeky, rybníka a do země, budou muset vlastnit povolení k vypouštění odpadních vod (Pravidla pro vypouštění, 2007 [online]).

Ti, co vlastnili povolení, jež bylo vydáno před datem 1. ledna 2002, museli požádat do 1. července 2007 o jeho prodloužení. Pokud si do tohoto termínu nestihli povolení prodloužit, budou si muset pořídit povolení nové (Pravidla pro vypouštění, 2007 [online]).

Povolení se vztahuje na septiky, které slouží k předčištění odpadních vod a odtékají do vodního toku. Septik je vodní dílo, k jehož realizaci vodoprávní úřad vyžaduje projekt a stavební povolení. V současné době však většinou úřad septiky nepovoluje, protože odpadní vodu dostatečně nevyčistí. V tomto případě úřad doporučuje septik předělat na bezodtokovou jímku, napojit na čistírnu odpadních vod nebo ho čistírnou nahradit. Septik dostane povolení, pokud je doplněný o zemní filtr nebo se OV bude dále biologicky čistit. Pokud je však septik napojen na kanalizaci, povolení není potřeba (Pravidla pro vypouštění, 2007 [online]).

Povolení je potřeba i k domovním čistírnám, jež vypouštějí odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních. K žádosti o toto povolení je zapotřebí mít stavební povolení a projektovou dokumentaci (Pravidla pro vypouštění, 2007 [online]).

Povinnost vlastnit povolení k vypouštění odpadních vod platí již od roku 1955. Pokuty při nelegálním vypouštění jsou vysoké a hrozí domácnostem ve výši až 50 000 Kč a právním osobám nebo živnostníkům až 10 000 000 Kč (Pravidla pro vypouštění, 2007 [online]).

Žádosti o povolení

Povolení k vypouštění odpadních vod a stavební povolení jsou vydávána na základě žádostí, jejichž rozsah je upraven **vyhláškou č. 432/2001 Sb.**, o dokladech žádosti o rozhodnutí nebo vyjádření a o náležitostech povolení, souhlasů a vyjádření vodoprávního úřadu, ve znění pozdějších předpisů. Žádosti se podávají na předepsaných formulářích (Dobrovolný svazek obcí, 2014 [online]).

V případě nejasností pomohou žadatelům s vyplněním formulářů pracovníci příslušného vodoprávního úřadu. Je třeba si uvědomit, že vypouštění odpadních vod je individuální záležitost, přičemž podmínky pro vypouštění jsou většinou pro různé nemovitosti a lokality odlišné, nelze tedy srovnávat povolení, podmínky v nich stanovené, doby platnosti apod. (Dobrovolný svazek obcí, 2014 [online]).

4.3 Zákon č. 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví

Dle tohoto zákona jsou ustanoveny práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví.

§1 odst. 1 **zákona č. 258/2000 Sb.** říká, že veřejným zdravím je zdravotní stav obyvatelstva a jeho skupin, který je určován souhrnem přírodních, životních a pracovních podmínek a způsobem života (Zákon č. 258/2000 Sb., 2000 [online]).

V §2 odst. 2 **zákona č. 258/2000 Sb.** je uveden popis, který specifikuje ochranu veřejného zdraví jako soubor činností a opatření k vytváření a ochraně zdravých životních a pracovních podmínek (Zákon č. 258/2000 Sb., 2000 [online]).

Z tohoto popisu mně zaujaly přírodní a životní podmínky, které podle mě nejsou v řešené oblasti ideální, pokud podél komunikací a domů protékají splaškové odpadní vody.

4.4 Zákon 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích

Pro zlepšení situace je potřeba naplnit znění **zákona 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích** §18 odstavce 1., který jasně stanovuje, že odvedení odpadních vod z pozemku nebo stavby je splněno okamžikem vtoku odpadních vod z kanalizační přípojky do kanalizace (Zákon č. 274/2001 Sb., 2000 [online]).

V případě mého řešeného území, kde se kanalizace nenachází lze postupovat způsoby uvedenými v této kapitole uvedenými výše.

Ve 2. odstavci §18 **zákona 274/2001 Sb.** je uvedeno, že lze do kanalizace vypouštět pouze odpadní vodu splňující limit znečištění a v množství stanoveném v kanalizačním řádu a smlouvě o odvádění odpadních vod (Zákon č. 274/2001 Sb., 2000 [online]).

Ve 3. odstavci §18 **zákona 274/2001 Sb.** je stanoveno, že v případě ukončení kanalizace ČOV není dovoleno vypouštět do kanalizace OV ze septiků s domácích ČOV (Zákon č. 274/2001 Sb., 2001 [online]).

Tento zákaz je dán několika skutečnostmi.

V septiku dochází k biologickým pochodům a tím ke spotřebě kyslíku v OV (POLDA D., 2011 [online]).

Další fakt je, že se v septiku nachází mrtvý kal, se kterým si ČOV neporadí a celý čistící proces tím přestává být funkční (POLDA D., 2011 [online]).

Myslím, že důsledkem může být špatná usaditelnost aktivačního kalu. Biologickou část ČOV je nutné znovu nastartovat.

Zdroj uvádí, že v tomto případě lze zvednout kal v aktivační nádrži a nechat jej odplout do recipientu a čistírna se pak znovu aktivuje (POLDA D., 2011 [online]).

Septik je tedy nutné vyčerpat fekálním vozem a kal použít v souladu se zákonem. Po vyčerpání je možné provézt přímé napojení do kanalizace končící na ČOV. Není tedy v žádném případě možné zavézt přepad ze septiku do kanalizace (POLDA D., 2011 [online]).

4.5 Předpis č. 401/2015

Vypouštění OV do vod povrchových v ČR stanovuje **Předpis č. 401/2015 Sb.** - Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

V §15 odst. 1. **předpisu č. 401/2015 Sb.** se vymezují všechny oblasti povrchových vod na území ČR jako citlivé (Předpis č. 401/2015 Sb., 2015 [online]).

V odst. 2. § 15 **předpisu č. 401/2015 Sb.** jsou vydány emisní standardy pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech v ukazatelích znečištění celkový dusík a sloučeniny dusíku a celkový fosfor odpovídají hodnotám těchto ukazatelů znečištění (Předpis č. 401/2015 Sb., 2015 [online]).

§ 17 **předpisu č. 401/2015 Sb.** se věnuje přílohám s tabulkami hodnot emisních standardů. Konkrétně příloha č. 1 část A určuje emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod vypouštěných z komunálních čistíren. Výběr parametrů pro oblast do 500 EO znázorňuje tabulka č. 4 (Předpis č. 401/2015 Sb., 2015 [online]):

Tabulka 4. Výčet parametrů znečištění OV vypouštěných z ČOV (Předpis č. 401/2015 Sb., 2015 [online]).

Počet EO	hodnota CHSK _{Cr}		hodnota BSK ₅		hodnota NL	
	přípustná	maximální	přípustná	maximální	přípustná	maximální
<500	150 mg/l	220 mg/l	40 mg/l	80 mg/l	50 mg/l	80 mg/l

5. NAKLÁDÁNÍ S ODPADNÍMI VODAMI - OBECNĚ

Dnešní možnosti pro nakládání s odpadními vodami jsou zmíněny v předchozí kapitole platné legislativy.

Při průzkumu okolí v místech, kde není zřízena centrální kanalizace lze jen těžko odhadnout, jakými způsoby obyvatelé s odpadními vodami dnes nakládají. Pokud předpokládáme dodržení zákonů a předpisů pro nakládání a vypouštění splaškových OV v době výstavby, je vše v pořádku.

Při žádosti o rekonstrukci nebo výstavbu nového obydlí je nutné dodržet legislativu platnou dnes pro nakládání se splaškovými OV. Způsoby nakládání se splašky se dokládají stavebnímu úřadu, které povolení stavby či rekonstrukce vystavuje.

Nabízí se ale více možností, proto zde zmíním nejčastější z nich. Předpokladem je absence centrální kanalizace.

5.1 Způsoby nakládání, akumulace a předčištění splaškových OV

Kam tedy odvádět odpadní vody z obydlí a zamezit tím jejich neřízenému výskytu ve volné přírodě? Pro vydání stavebního povolení je nutné mít uveden způsob likvidace OV. V každé projektové dokumentaci stavby je podmínkou začlenění žumpy, biologického septiku s dalším stupněm dočištění (se zemním filtrem, VKČ) nebo DČOV. Navržená velikost těchto zařízení podléhá počtu plánovaných obyvatel.

Na kvalitu vyčištěných OV vypouštěných do povrchových nebo podzemních vod se vztahuje NV 401/2015 Sb. Je také nutné měřit jejich kvalitu a množství.

V dřívějších dobách však stačil septik s trativodem nebo žumpa, která je akceptovatelná i dnes.

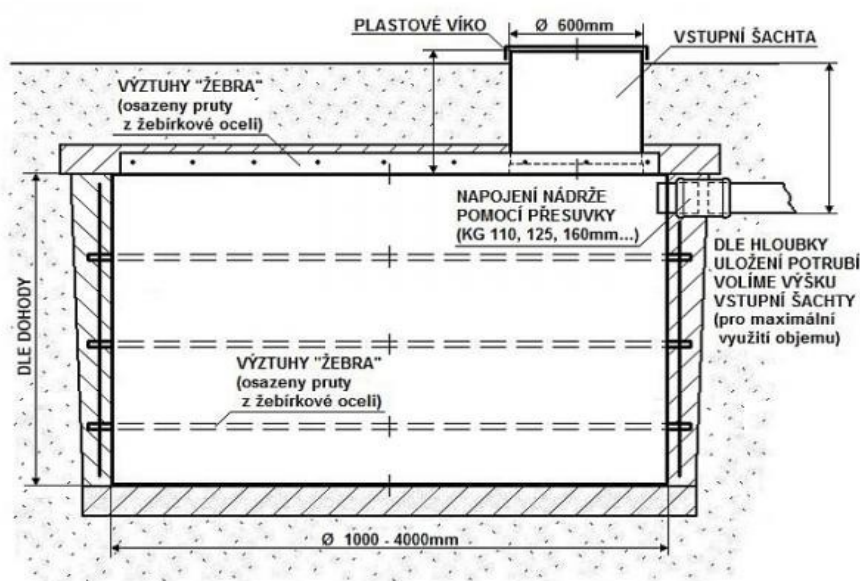
5.1.1 Žumpa

Pokud je zachována její funkce, která spočívá v akumulaci splašků, je spolehlivým řešením i dnes. Po naplnění objemu sebou přináší nutnost pravidelně

její obsah vyvážet na ČOV společnost, která má povolení s odpadními vodami nakládat. Tuto povinnost nařizuje zákon **254/2001 Sb. – Vodní zákon §38 odst. 6**, protože obsah žumpy není povoleno vypouštět do příkopů nebo vodních toků a to ani při naředění jejího obsahu.

Vyvážení žump na zemědělské pozemky případně na jiné pozemky je také nezákonné. I přesto se tento způsob dnes používá (TOPOL J., 2005 [online]).

Obecné schéma žumpy znázorňuje obrázek č. 10: (Nádrže a žumpy, 2016 [online])



Obrázek 10. Návrh žumpy (Nádrže a žumpy, 2016 [online]).

Výpočet velikosti žumpy:

$$V = n \cdot q \cdot t \text{ [m}^3\text{]}$$

kde **n** je počet obyvatel na žumpu napojených, **q** udává specifickou spotřebu vody (120 l/den = 3600 l za 30 dní) a **t** určuje interval vyvážení.

Příklad výpočtu velikosti žumpy pro 4 – člennou rodinu s intervalem vyvážení 1x měsíčně: $V = 4 \cdot 3,6 \cdot 1 = 14,4 \text{ [m}^3\text{]}$ (SOJKA J. 2004).

Abychom nemuseli stále myslet na nutnost vyvážení žumpy při jejím naplnění, nabízí se realizace další možnosti, jak se splašky nakládat. Jednou z ní je vybudování biologického septiku s dalším stupněm dočištění.

5.1.2 Septiky

Tyto nádrže splaškových odpadních vod jsou konstruovány, jako průtočné několika komorové jímky. Komory zadrží kaly a probíhá v nich pouze anaerobní čištění (bez přístupu kyslíku).

Proces anaerobního čištění spočívá ve stabilizaci kalu s velkým obsahem organického znečištění. Doba zdržení vody v septiku se doporučuje na 3 – 5 dní (SOJKA J. 2004).

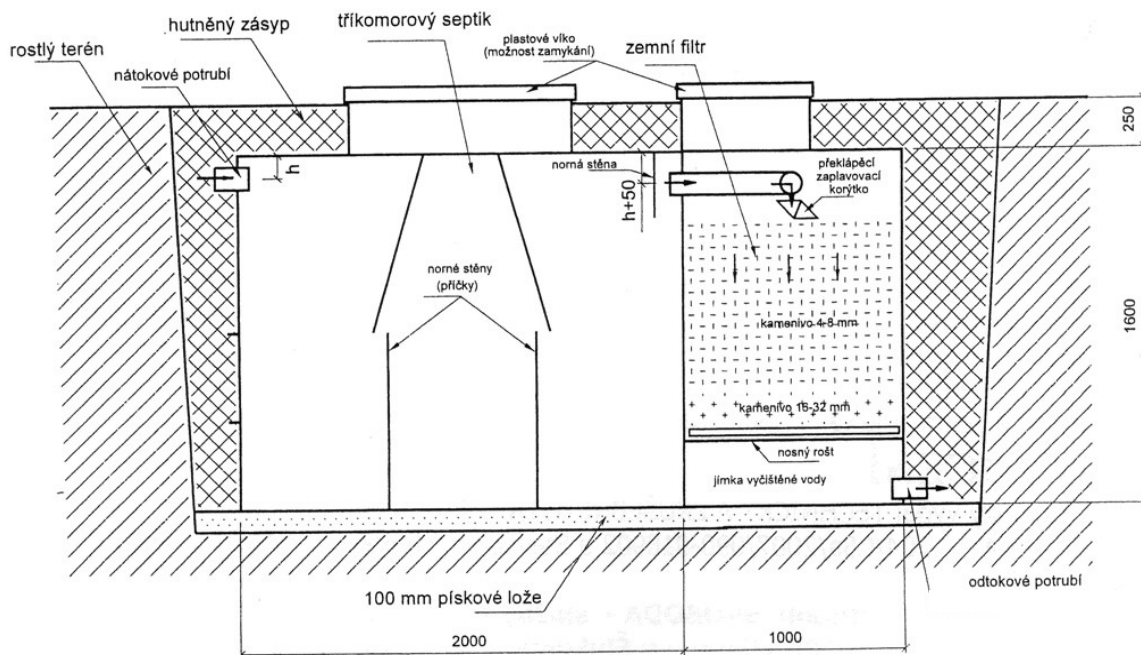
Orientačně lze stanovit účinnost čištění septiku v redukci BSK₅ 15 – 30 % a redukci nerozpuštěných látek na 50 % (Septiky – obecně, [online]).

Jelikož požadavky **NV 401/2015 Sb.** nejsou tímto způsobem předčištění splněny, není zřízením biologického septiku a zněj přímé vypouštěním těchto předčištěných vod do vod povrchových umožněno.

Proto se dnes realizuje kombinace anaerobního čištění (tj. bez přístupu kyslíku - septik) s aerobním (tj. za přístupu kyslíku) dočištěním v VKČ nebo půdním filtru (SOJKA J. 2004).

U starší zástavby bývají biologické septiky většinou zakončeny volným zásakem do půdy - trativodem nebo odvodem do vod povrchových – příkopy, většinou bez možnosti měření jejich kvality a množství.

Systém tří-komorového septiku s půdním filtrem pro dočištění je znázorněn na obrázku č. 11: (Čističky odpadních vod, [online]).



Obrázek 11. Nákres tří-komorového septiku se zavedením do zemního filtru (Čističky odpadních vod, [online]).

5.1.3 Domovní čistírna odpadních vod – DČOV

Konstrukčním řešením se jedná o kontejnerová provedení z plastu, nerezů nebo laminátu. Pro výběr a vybudování vlastní domovní čistírny lze využít metodický postup, který orientaci v této problematice usnadní (SOJKA J. 2004).

Do tohoto postupu lze zahrnout prověření podmínek a možností vypouštění předčištěných OV, zajištění návrhových parametrů – množství a kvalita odpadních vod, volba typu technologie, výběr čistírny, zajištění projektové dokumentace, vyřízení povolení stavby a následná instalace DČOV. Poté následuje zkolaudování, zkušební provoz a uvedení díla do provozu trvalého. Pro její správnou funkci je potřeba i pravidelná údržba zařízení a výměna opotřebovaných dílů (SOJKA J. 2004).

Díky velikému rozvoji DČOV a používáním technologií s vysokou účinností čištění v kombinaci s novými materiály je realizace velice vhodná (SOJKA J. 2004).

5.2 Dočištění OV ze septiků a DČOV přírodními způsoby

V mé práci se zaměřuji na dočištění přírodními způsoby, které skýtají řadu výhod, ale i nevýhod.

Mezi tyto způsoby můžeme zahrnout využití jednoduchých zemních filtrů a infiltračních polí, řízených umělých a přirozených mokřadů, stabilizačních nádrží, sedimentačních nádrží, aerobních biologických nádrží, revitalizovaných drobných toků a akvakultur (ŠÁLEK J. 2006).

Nejdůležitějším kritériem, které mají čistírny plnit, je požadovaná kvalita vyčištěné vody před jejím vypouštěním. Podle těchto požadavků se volí vhodná technologie (SOJKA J. 2004).

U přírodních způsobů čištění je také velice důležité nejen umístění čistírny, ale také její napojení. U jednotné stokové sítě i uspořádání dešťových oddělovačů a mezní průtok na VKČ, který by neměl překročit trojnásobek denního průtoku (ŠÁLEK J. 2006).

Varianty druhého stupně čištění jako jsou půdní filtr a VKČ mají ověřenou funkci a při správném umístění velice dobře plní účel. Díky jejich technickému řešení se snadno začlení do přírody. Jsou ekonomicky výhodné a ideální pro uživatele, kteří se nechtějí starat o údržbu klasické domácí čistírny (Kořenové čistírny odpadních vod, 2007 [online]).

Navíc, pokud je možnost dočištěnou vodu znovu využít např. na zálivku zahrady nebo splachování WC, investice je velmi vhodná.

5.2.1 Výhody přírodního způsobu čištění OV

Mezi hlavní přednosti přírodních způsobů dočištění OV řadíme využívání samočisticích procesů, probíhajících vodním, mokřadním a půdním prostředím. Dalším prvkem je také estetická vegetace, která příznivě začlení tuto technologii do okolního prostředí (ŠÁLEK J. 2006).

Dalšími z předností je jednoduché technologické řešení, srovnatelné investiční náklady s budováním ČOV a nízkými provozními náklady, minimální potřeba energií, možnost nárazového přetížení balastními vodami. Čistící

schopnost u VKČ je poměrně vysoká a spočívá v poutání části dusíku a fosforu vegetací (ŠÁLEK J. 2006).

Vyznačují se také schopností krátkodobého i dlouhodobějšího přerušení provozu, možnosti čištění organicky nízko zatížených OV, které není možno čistit umělými způsoby. Navíc při využití čištěných vod k závlaze dochází ke zvýšení úrodnosti půd (ŠÁLEK J. 2006).

Naproti těmto výhodám je také třeba si uvědomit několik problémů a nevýhod, které jsou s přírodními způsoby čištění také spojeny.

5.2.2 Nevýhody přírodního způsobu čištění OV

Mezi slabé stránky plného využití tohoto způsobu čištění lze začlenit nepropracovanost biologického a technologického řešení, neznalost některých investorů a projektantů, případně nedostatečně proškolené obsluhy. V současnosti se stav techniky a propracovanosti stále zlepšuje (ŠÁLEK J. 2006).

Při využívání malých biologických nádrží nejsou většinou navržena jednoduchá odkalovací zařízení, která by umožnila vytěžení usazeného kalu a bahna. Návrhy přírodního čištění odpadních vod v biologických nádržích také postrádají vývoj jednoduchého zařízení pro odstraňování přebytečné plovoucí biomasy z nádrží a jejího dalšího využití např. pro kompostování (ŠÁLEK J. 2006).

Přírodní, neřízené mokřady se potýkají s problémem rychlého zanášení a zakolmatování erozními smyvy (ŠÁLEK J. 2006).

Při kolmaci se jedná o zanášení a ucpávání propustných vrstev nečistotami (Slovník cizích slov – ABZ.cz, 2016 [online]).

Přírodní a umělé mokřady včetně infiltračních ploch se také potýkají s problémy nemožnosti řízení vodního režimu. Týká se to především při realizaci v oblastech s malými srážkovými úhrny (ŠÁLEK J. 2006).

Aby byla udržena správná funkce navrhovaných řešení přírodními způsoby čištění odpadních vod, je nutné, aby byly přijaty všechny okolnosti a nutnosti s ní spojené. Zvýší se tím životnost návrhu, účinnost čištění OV a hlavně návratnost investice. Výše investice totiž bývá hlavním aspektem při výběru vhodného řešení.

Mezi nevýhody přírodního čištění OV u zemního (půdního nebo pískového) filtru a vegetační kořenové čistírny lze uvést nemožnost realizace při vysoké hladině podzemních vod. Toto omezení se vztahuje na realizaci čistíren, které jsou technicky navrženy s izolační fólií.

V případě vysoké hladiny podzemních vod je nutné přejít k dalšímu, ale dražšímu řešení, např. vybudováním betonové nebo instalací plastové jímky, ve které zařízení realizujeme.

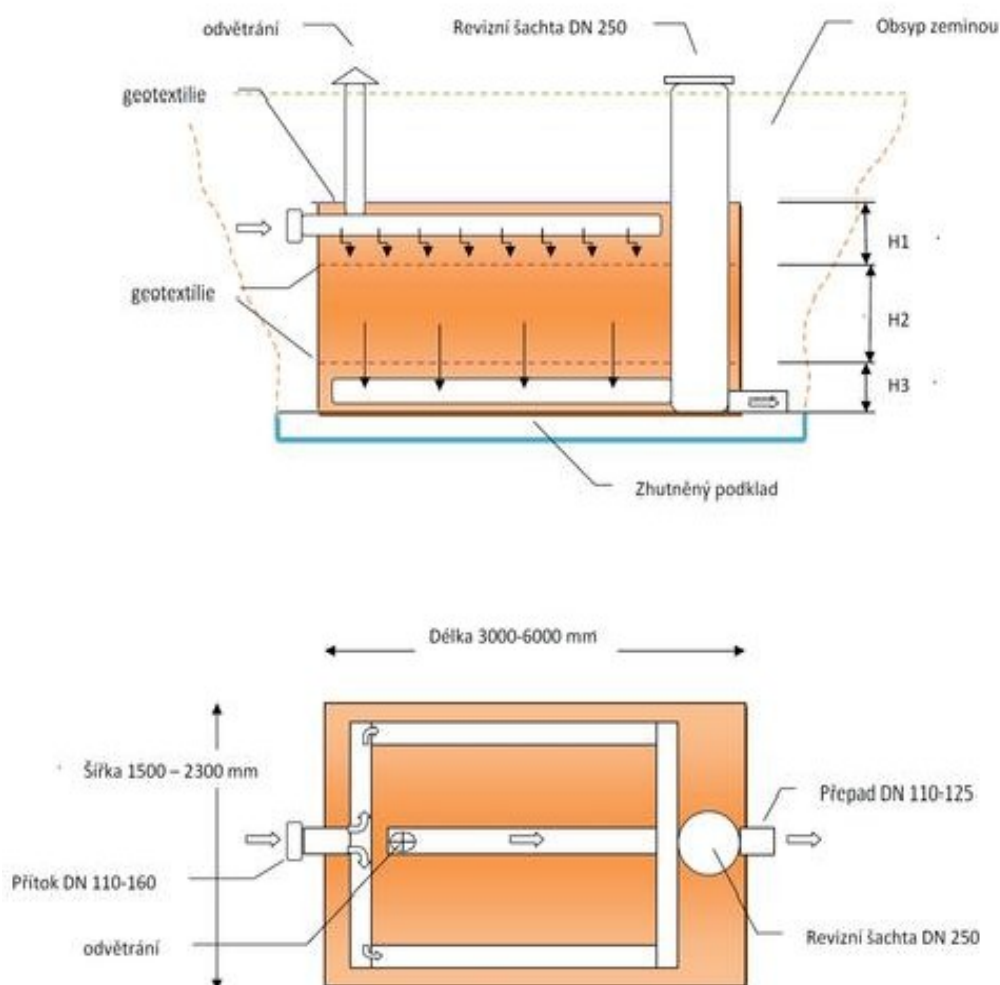
5.2.3 Zemní filtr – charakteristika, konstrukce, funkce a umístění

Obecně zemní neboli také pískový filtr tvoří s předsazeným čistícím zařízením kompaktní celek, který je vhodný jak pro trvalý, tak pro přerušovaný provoz a slouží k dočištění odpadní vody z biologického septiku nebo domácí ČOV. Lze jej použít pro jednotlivé domy nebo skupiny domů, osady, sportoviště, rekreační zařízení nebo hotely (Biologické zemní filtry, 2015 [online]).

Zemní filtr je zařízení nejčastěji založené v izolované jámě, ve které je vedle přívodního a sběrného drenážního systému uložena filtrační náplň, na jejímž povrchu mohou existovat čistící organizmy. Povaha náplně určuje hlavní procesy, které se podílejí na čištění. Jako náplň se používá velikost frakce písek až štěrk, vybrané druhy elektrárenských popelů apod. (Dobrovolný svazek obcí, 2014 [online]).

Celková účinnost zařízení bývá v kombinaci s biologickou čistírnou odpadních vod až 98 % se septikem až 90 % (Filtry pro dočištění 2, 2015 [online]).

Schéma půdního filtru je zobrazeno na obrázku č. 12:



Obrázek 12. Schéma půdního filtru (Pískové filtry – Biowa, [online]).

Plocha zemního filtru se navrhuje ze vztahu: (ŠÁLEK J. 2006)

$$S_F = n \cdot Q \cdot \frac{k}{h} \quad [m^2]$$

n – počet připojených obyvatel

Q – specifická spotřeba vody [m³]

k – součinitel charakterizující místní podmínky (k = 1,0 – 1,6)

h – denní nápučná výška (zatížení půdního filtru) [m]

Zatížení půdního filtru závisí na složení odpadní vody, stupni předchozího předčištění, druhu, složení a výšce náplně filtru a požadovaném účinku čištění viz tabulka č. 5: (ŠÁLEK J. 2006).

Tabulka 5. Orientační údaje zatížení zemního filtru (ŠÁLEK J. 2006).

filtrační prostředí	využití filtru	zatížení průměrné	výška h_{\max} [m]	čistící účinek [%]	
				BSK ₅	NL
lehké písčité půdy	čištění	0,02 - 0,04	0,06	95	90
jemnozrnné	čištění	0,04 - 0,06	0,01	90	85
hrubozrnné	čištění	0,06 - 0,1	0,15	80	75
jemnozrnné	dočištění	0,04 - 0,08	0,125	80	75
hrubozrnné	dočištění	0,08 - 0,125	0,2	75	70

Například pro 150 EO v mé řešené oblasti při použití lehké písčité půdy jako náplně, lze navrhnout půdní filtr o ploše:

$$S_F = 150 \text{ EO} \times 0,12 \text{ [m}^3\text{]} \times (1,5/0,05) = 540 \text{ m}^2.$$

Uvažujeme – li umístění půdního filtru jako koncového čistícího zařízení, umístěného za usazovací nádrže pro čištění OV většího počtu producentů, je vhodné navýšení plochy filtru. Lze totiž předpokládat napojení dalších nových obyvatel na kanalizační síť zájmového území. Toto navýšení plochy filtru je umožněno výběrem dostatečného místa jeho realizace.

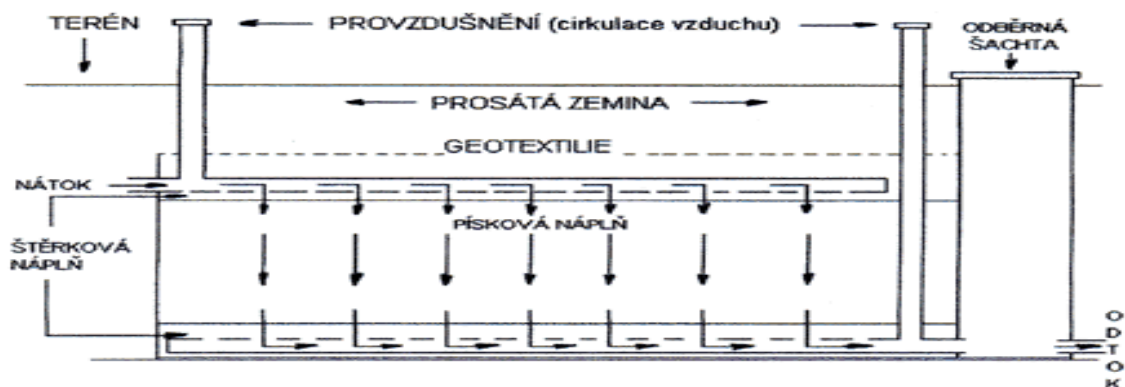
Konstrukce zemního filtru

Konstrukčních řešení je několik, avšak nejjednodušším a ověřeným způsobem je nákup již hotového zařízení, které je vybaveno trubním systémem a stačí jej pouze umístit a vyplnit filtračním materiálem. Konstrukčně se jde o podzemní plastovou nádrž s potrubními rozvody a odpovídající štěrkovou náplní, kombinující proces filtrace s procesem biologického čištění pomocí přisedlé biomasy na filtrační vrstvě písku (ŠÁLEK J. 2006).

Pro menší producenty OV lze navrhnout půdní filtr ze železobetonových skruží a jiných podobných nádrží z plastů a kovů. Předřazeným zařízením je

biologický septik. Filtrace probíhá směrem dolů. Během zimního období je nutná jeho izolace proti zamrznutí (ŠÁLEK J. 2006).

Pro více osídlená obydlí lze vybudovat filtrační zařízení jako těsněné zemní jámy nebo jako těsněné rýhy, které jsou vyplněny filtračním materiálem. Jako těsnění se používá PVC folie v kombinaci s geotextilií, která chrání fólii proti mechanickému poškození filtračním materiálem (ŠÁLEK J. 2006).



Obrázek 13. Koloběh odpadní vody půdním filtrem (Zemní filtry, 2016 [online]).

Jednoduchá funkce spočívá v tom, že zemní filtry nevyžadují obsluhu ani přívod elektrické energie. Aby byla jeho správná účinnost dodržena, je nezbytné udržovat řádně průchodné odvětrávání, zejména v zimě a dle vodoprávního rozhodnutí v souladu s obecně závaznými předpisy sledovat jakost vypouštěné odpadní vody v kontrolní šachtě (Biologické zemní filtry, 2015 [online]).

Je nutné užívat první stupeň čištění - septik, aby se zabránilo nadměrnému zanášení zemního filtru. Doporučuje se tedy umístění minimálně tří – komorového septiku odpovídající velikosti, která závisí na počtu uživatelů, se zdržením vody na 3 – 5 dní (Biologické zemní filtry, 2015 [online]).

Do filtru se nesmí přivádět jiné znečištění, zejména voda dešťová, odpadní vodu znečištěnou ropnými látkami nebo tuky apod. (Biologické zemní filtry, 2015 [online]).

Závažným rizikem u zemních filtrů je kolmace. Proto nejsou filtry vhodné do situací, kde by byly vystaveny většímu množství sedimentů a lepivých látek

(potravinářské výroby), enormnímu organickému znečištění (chlévké odpady), zeminám z povrchových odtoků apod. (Biologické zemní filtry, 2015 [online]).

Umístění a instalace půdního filtru

Prefabrikovanou plastovou nádrž umísťujeme do vyhloubené stavební jámy na betonovou základovou desku. Po usazení filtru se provede připojení. Poté se za současného obsypávání a hutnění filtru prosetou zeminou vyplní a hutní vnitřek vany dle daných vrstev a frakcí. Po usazení a urovnání terénu je zemní filtr pochůzný a je možné ho zatravnit, což umožní jeho dokonalé začlenění do okolí.

Je také velice důležité dodržet všechny navrhované technologické postupy a materiál, aby byl docílen výsledný požadovaný stupeň pro dočištění odpadní vody.

5.2.4 Vegetační kořenová čistírna VKČ

Svým technickým řešením se jedná o zemní (půdní) filtr s mokřadní vegetací, plnící konkrétní úkoly, které jsou zaměřeny na zlepšení jakosti vody, úpravu klimatu a částečně i hydrologických poměrů. Lze je rozdělit do několika uspořádání, viz tabulka č. 6: (ŠÁLEK J. 2006).

Tabulka 6. Možnosti uspořádání VKČ a jejich využití v podmínkách ČR (ŠÁLEK J. 2006).

Přehled uspořádání vegetačních kořenových čistíren		
Uspořádání VKČ		Možnosti využití VKČ v podmínkách ČR
Horizontální		Čištění a dočištění odpadních vod v příznivých klimatických podmínkách, čištění znečištěných povrchových vod
Horizontální	podpovrchové proudění	Čištění odpadních vod do 600 (1200) EO a dočištění umělými způsoby čištěných komunálních vod čištěných komunálních vod
Kombinované	horizontální podpovrchové a povrchové proudění	Čištění odpadních vod do 400 (800) EO a dočištění komunálních vod, v zimním období je zachováno proudění pouze podpovrchové proudění

Při návrhu je také velice důležité situování VKČ do přírodního prostředí. Je potřeba zajistit dostatečné ochrany životního prostředí před případnou kontaminací ovzduší, povrchových a podzemních vod odpadními vodami (ŠÁLEK J. 2006).

Vzdálenosti od souvislé zástavby určuje norma ČSN 75 6401, viz tabulka č. 7.: (ŠÁLEK J. 2006).

Tabulka 7. Orientační hodnoty nejmenších vzdáleností zařízení čistírny od bytové zástavby (ŠÁLEK J. 2006).

Způsoby čištění odpadních vod	Nejmenší vzdálenost [m]
S komplexně uzavřenou (zakrytou) technologií s čištěním odváděného vzduchu	10
Mechanické bez kalového hospodářství se zcela zakrytými stavbami	25
Mechanicko – biologické s pneumatickou aerací, s kalovým hospodářstvím	100
Mechanicko – biologické s mechanickou povrchovou aerací nebo filtry s kalovým hospodářstvím	200
Ostatní (speciální úpravy kalu, mezideponie kalu, shrabků, písku)	200

Význam vegetace

Vegetace využívaná při tomto způsobu čištění plní několik nezastupitelných funkcí. Hlavními jsou využívání živin a stopových prvků rostlinami, které jsou obsaženy v OV, díky kterým tvoří biomasy, a tímto se podílejí na snížení nebezpečí eutrofizace (ŠÁLEK J. 2006).

Vytváří také příznivé podmínky pro mikroorganismy (řasy a sinice), nezbytných pro plnou funkci čistících procesů. Řasy a sinice v procesu fotosyntézy produkují kyslík a jsou jeho významným zdrojem (ŠÁLEK J. 2006).

Rostliny také dodávají do kořenové zóny chybějící kyslík, a tím napomáhají k vyrovnávání kyslíkové bilance. Transpirací převádějí značnou část vody do ovzduší, čímž vytvářejí příznivé mikroklima v blízkém okolí (ŠÁLEK J. 2006).

Vedle toho významně přispívají k zvýšení doby zdržení, sedimentaci a adsorpci na částice půdy. Bakterie jsou naopak schopné přispět k ochraně rostlin před negativními účinky těžkých kovů jejich vysrážením. Oxidací organického materiálu dochází ke snižování hodnoty BSK₅ (POLÁK P., 2011 [online]).

V zimním období tvoří opadané části rostlin tepelnou izolaci filtračního lože, což výrazně sníží hloubku promrzání. Tyto je však na jaře nutné odstranit, aby nezpůsobily sekundární znečištění (ŠÁLEK J. 2006).

Rostliny využívané pro VKČ také plní estetickou funkci v krajině a urbanizovaném prostředí (ŠÁLEK J. 2006).

Mezi nejvyužívanější mokřadní rostliny můžeme zahrnout: rákos obecný, zblochan vodní, chrastice rákosovitá, skřípinec jezerní, orobinec širokolistý a úzkolistý, zevar vzpřímený, sítina rozkladitá, kosatec žlutý (ŠÁLEK J. 2006).



Obrázek 14. Zevar vzpřímený (zevarovitý, [online]).



Obrázek 15. Sítina rozkladitá (sítinovitě, [online]).



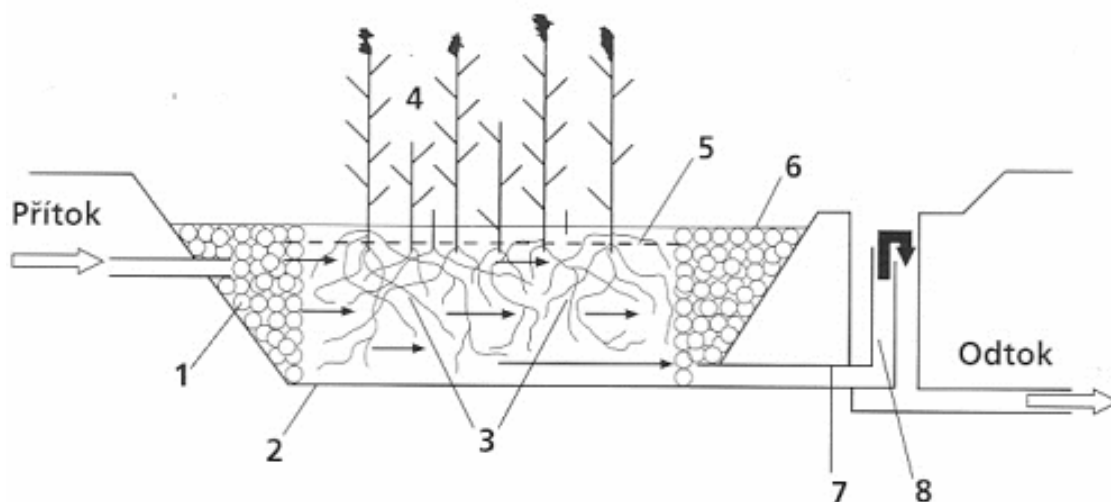
Obrázek 16. Chrostice rákosovitá (lipnicovitě, [online]).



Obrázek 17. Kosatec žlutý (kosatcovité, [online]).

Hlavní procesy čištění v KČOV

Základním principem čištění OV v kořenových čistírnách je horizontální průtok odpadní vody propustným filtračním ložem, které je osázeno mokřadními rostlinami. Při průchodu odpadní vody substrátem dochází k vysokému stupni odstraňování znečištění, které zahrnuje soubor chemických, fyzikálních a biologických procesů, vedoucích k odstranění organických látek, živin a patogenních organismů. Živé organismy (bakterie, rostliny) vyskytující se ve filtrační vrstvě tento proces významně urychlují (POLÁK P., 2011 [online]).



Obrázek 18. Typické uspořádání kořenové čistírny s podpovrchovým horizontálním průtokem (POLÁK P., 2011 [online]).

1. distribuční zóna (kamenivo 50 – 200 mm)
2. nepropustná bariéra - izolace (PVC nebo PE fólie)
3. filtrační materiál (kačírek, štěrk, drcené kamenivo)
4. vegetace složená z mokřadních rostlin
5. výška vodní hladiny v kořenovém loži, nastavitelná v odtokové šachtě
6. odtoková šachta
7. sběrná drenáž
8. regulace výšky hladiny

V Evropě je v současné době v provozu okolo 60 000 kořenových čistíren, které jsou většinou tvořeny umělými mokřady s vynořenou vegetací a podpovrchovým horizontálním průtokem (VARNER 2008, 2012 [online]).

Jen v Německu se odhaduje provoz nejméně 50 000 VKČ (Kořenové ČOV, 2007 [online]).

V současné době je v Rakousku registrováno téměř 1 400 KČOV (Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách, 2008 [online]).

V České republice je v současné době v provozu více než 400 kořenových čistíren, které jsou u nás stavěny přibližně od roku 1989. Je nutno říci, že všechny čistírny, u kterých není podstatným způsobem překračována jejich kapacita, nebo

zanedbána údržba, fungují i po dlouhých letech s velmi dobrými čistícími parametry (Kořenové čistírny odpadních, 2012 [online]).

Náklady spojené se stavbou VKČ jsou srovnatelné s náklady na vybudování klasické ČOV. Uvádí se zhruba 15 000 Kč/EO. Ekonomický rozdíl je především v provozních nákladech, které se odhadují na desetinu oproti provozu ČOV. Údržba totiž zahrnuje jedenkrát ročně posekat rostliny a dvakrát ročně vyčistit šterbinové nádrže (Kořenové ČOV, 2007 [online]).

Stanovení návrhových parametrů

Jako hlavní nevýhodu lze uvést náročnost těchto zařízení na plochu. Při klasickém uspořádání KVČ, které u nás převažují je dosahována nízká účinnost při odstraňování amoniakálního dusíku, díky bezkyslíkatým poměrům uvnitř VKČ (ŠÁLEK J. 2006).

Pro výpočet potřebné plochy lze využít více způsobů. Jedním z nich doporučují Kadlec a Knith (1996):

$$S = \frac{Q_d}{K_{vert}} \cdot \ln \frac{(C_p - C^*)}{(C_0 - C^*)} [m^2]$$

Q_d – průměrný denní přítok vody [$m^3 \cdot d^{-1}$]

C_p, C_0 – obsah zkoumané složky na přítoku a na odtoku vody [$g \cdot m^{-3}$]

C^* - koncentrace pozadí [$g \cdot m^{-3}$]

K_{vert} – rychlostní konstanta prvního řádu [$m \cdot d^{-1}$], jednotlivé hodnoty podle Habera-Perflera-Labera jsou uvedeny v tabulce č. 8: (ŠÁLEK J. 2006).

Tabulka 8. Hodnoty rychlostní konstanty (ŠÁLEK J. 2006).

Ukazatel	$K_{vert} [m \cdot d^{-1}]$	Ukazatel	$K_{vert} [m \cdot d^{-1}]$	Ukazatel	$K_{vert} [m \cdot d^{-1}]$
BSK ₅	0,055 - 0,16	N _{amoniak}	0,027 – 0,11	P _{celk}	0,0027 – 0,033
CHSK	0,027 – 0,11	N _{celk}	0,033 – 0,055	E. Coli fekal.	0,19 – 0,26

Pro usnadnění výpočtu návrhu plochy se uvádí orientační hodnoty zatížení VKČ s vertikálním prouděním, které jsou získány z výzkumů v ČR uvedené v tabulce č. 9: (ŠÁLEK J. 2006).

Tabulka 9. Hodnoty zatížení VKČ vzhledem k použité frakci filtračního materiálu (ŠÁLEK J. 2006).

Filtrační prostředí	Použití	Zatížení [m]
Jemné až střední písky 1 – 2mm	Biologické čištění	0,02 – 0,04
Střední až hrubé písky 2 – 4 mm	Biologické čištění	0,03 – 0,06
Hrubé písky 2 – 8 mm	Biologické čištění	0,04 – 0,08
Při dočištění (druhý stupeň biologického čištění) je možné návrhové hodnoty zvýšit až na dvojnásobek.		

Při návrhu dle výše uvedeného vzorce se minimální výška filtrační náplně určí v závislosti na druhu, složení OV a zrnitosti (hydraulické vodivosti) náplně v rozmezí 0,9 – 1,8 m. Zrnitostní složení se určí individuálně (ŠÁLEK J. 2006).

Dalším způsobem návrhu potřebné plochy VKČ se zabýval Magmedov (ŠÁLEK J. 2006).

$$S = \frac{Q \cdot d}{K_f \cdot (H + d - h)} [m^2]$$

Q – průměrný denní přítok

H – hloubka vody [m]

d – výška filtračního lože

K_f – hydraulická vodivost

h – regulovatelná výška vody

Čistící účinek vegetačních kořenových čistíren

Výsledný čistící účinek těchto zařízení prokazuje dobrou funkci zejména v podmínkách, které nejsou typické a vhodné pro umělé způsoby čištění. Jedná se o zařízení s výskytem balastních vod, značným kolísáním průtoku, nízkým

organickým znečištěním, přerušovaným provozem apod. V běžných podmínkách mají tato zařízení také velice dobré výsledky čištění (ŠÁLEK J. 2006).

Hodnoty jednotlivých ukazatelů zkoumaných na VKČ znázorňuje tabulka č. 10: (ŠÁLEK J. 2006).

Tabulka 10. Hodnoty jednotlivých zkoumaných ukazatelů VKČ v Německu a ČR (ŠÁLEK J. 2006).

Složka	VKČ horizontální		VKČ vertikální		VKČ horizontální v ČR	
	počet VKČ	účinnost [%]	počet VKČ	účinnost [%]	počet VKČ	účinnost [%]
BSK₅	499	79,1	64	96,1	5	60 – 90,2
CHSK	345	69,5	68	87,4	5	43,5 – 75,8
N_{celk}	259	39,6	50	38,0	5	21,2 – 52,0
N_{amon}	404	30,0	67	65,5	5	8,9 – 75,6
P_{celk}	338	47,1	50	58,5	5	36,9 – 75,6
Autor	Schönborn a kol. (1995)				Vymazal (1995)	

Celkový čistící účinek při čištění odpadních vod v kořenových čistírnách lze vhodnými způsoby ovlivnit – vylepšit. Jak jsem již výše uvedl, hlavním nedostatkem je chybějící kyslík ve filtrační náplni.

Tato skutečnost má za následek nízkou účinnost při odstraňování amoniaku, což prokazují i výzkumy. Zvýšení obsahu kyslíku zajistí hladký průběh nitrifikačních procesů. Dodát kyslík do čistícího procesu lze několika způsoby např. přímým převodem kyslíku na styku vodní hladiny ve filtračním prostředí s ovzduším, impulzním systémem provzdušnění – plněním a prázdňením filtračního lože uměle vyvolaným poklesem hladiny, umělým provzdušněním mikrobublínkovou aerací v šachtách mezi dvěma sériově zapojenými poli apod. (ŠÁLEK J. 2006).



Obrázek 19. Vegetační kořenová čistírna - Řež u Prahy (Array – Galerie, [online]).

Výhody KČOV:

jsou schopny čistit odpadní vody s nízkou koncentrací organických látek, což je u klasických čistíren problém. Také se dobře vyrovnávají s kolísáním množství a kvality odpadních vod a mohou pracovat přerušovaně, což klasické čistírny nemohou. Vyžadují minimální (ale pravidelnou) údržbu a nevyžadují elektrickou energii. Mají také menší náchylnost k havárii systému. Dobře zapadnou do krajiny a jsou její součástí, případně mohou plnit okrasnou funkci (POLÁK P., 2011 [online]).

Nevýhody KČOV:

Ve srovnání s klasickými čistírnami jsou náročnější na plochu a nejsou vhodné pro odstraňování amoniaku a fosforu. Na odtoku se někdy objevuje bílý povlak tvořený elementární sírou tvořící se oxidací sirovodíku, který může (ale nemusí) vznikat při anaerobních poměrech ve filtračních ložích. Strojní čistírny mají lepší předpoklady pro řízení čistícího procesu, pro analýzu případných problémů a pro aplikaci nápravných opatření (POLÁK P., 2011 [online]).

6. ZMAPOVÁNÍ TERÉNU OHLEDNĚ NAKLÁDÁNÍ S ODPADNÍMI VODAMI VE VYBRANÉ OBLASTI

6.1 Pořízení fotodokumentace OV

Průzkum řešené oblasti jsem provedl 6. 2. 2016.

Na několika místech jsem pořídil fotodokumentaci prokazující výskyt splaškové vody, která gravitačně odtéká příkopy do místních vodotečí. Tuto skutečnost také doprovází nelibý zápach.



Obrázek 20. Výskyt splaškové vody podél ulice Mlékárenská (foto: Vladimír Haba, únor 2016).



Obrázek 21. Výskyt splaškové vody podél ulice Třešňová (foto: Vladimír Haba, únor 2016).

Bezejmenný vodní tok, do kterého jsou tyto OV vypouštěny, není pravidelně udržován. Jeho správcem je dle Centrální evidence vodních toků (CEVT) Povodí Odry. Tento tok se následně vlévá do Michálkovického potoka.

Zákon 254/2001 Sb. O vodách v §50 písm. b) dává povinnost vlastníkům pozemků, na nichž se nacházejí koryta vodních toků udržovat břehy koryta vodního toku ve stavu potřebném k zajištění neškodného odtoku vody, odstraňovat překážky a cizorodé předměty ve vodním toku, s výjimkou nánosů, pokud tyto činnosti neznamenaají vynaložení zvláštních nákladů, zvláštní odbornou způsobilost nebo použití speciální techniky (Vodní zákon – č. 254/2001 Sb., 2001 [online]).

Neudržování vodního toku dokazuje foto ze dne 4. 4. 2016. Je zde místo vtoku OV z příkopu podél ulice Třešňová.



Obrázek 22. Místo vtoku OV na ulici Třešňová (u mostku) (foto: Vladimír Haba, duben 2016).

6.2 Zjištění informací o nakládání s OV v terénu

Z průzkumu řešené oblasti je zřejmé, že ne všichni obyvatelé nakládají s OV dle platné legislativy. Současné možnosti pro nakládání s OV jsou: žumpa, septik s druhým stupněm dočištění a DČOV. Předčištěné OV, které splňují NV 401/2015 Sb. mohou být vypouštěny do recipientu. Nedokonalým čištěním dochází k újmě na ekosystému, zápachu, zanášení koryta a zvýšení úživnosti vod (eutrofizaci).

V příkopech podél komunikací, kde se splašky vyskytují, je jejich stálý průtok, avšak ne v množství, které by bylo vyprodukováno všemi EO. Proto jsem oslovil několik obyvatel RD v této oblasti, zda by mi upřesnili, jakým způsobem nakládají s odpadními vodami. Zajímalo mně především, zda vypouštěnou OV předčišťují, jakým způsobem, případně zda ji akumulují v žumpách.

Nepodařilo se mi v danou chvíli zastihnout každého, avšak získané informace mi postačí pro nastínění, jakým způsobem je zde s OV nakládáno. Výsledek mého zjištění uvádí následující tabulka:

Tabulka 11. Zjištěné způsoby nakládání s OV s dané oblast.

RD č. :	počet EO	stáří RD			Způsoby nakládání s OV					
		do 5 let	5 - 10let	nad 10 let	žumpa	septik s půdním filtrem	bez fitru	čov s půdním filtrem	bez fitru	trativod
1.	4	-	√	-	-	-	√	-	-	√
2.	5	√	-	-	-	-	-	√	-	√
3.	2	-	-	√	√	-	-	-	-	-
4.	4	-	-	√	-	-	√	-	-	√
5.	3	√	-	-	-	-	-	√	-	√
6.	4	-	√	-	-	√	-	-	-	√
7.	3	-	-	√	-	-	√	-	-	√
8.	5	-	√	-	-	-	-	-	√	√
9.	2	-	-	√	√	-	-	-	-	-
10.	4	√	-	-	-	-	-	√	-	√
Počet EO	36									

Oslovil jsem obyvatele celkem deseti nemovitostí, kteří v řešené oblasti bydlí. Počet obyvatel bydlících v těchto domech je celkem 36, což představuje asi 1/5 z celkového osídlení této řešené oblasti.

Ze zjištěných informací je zřejmé, že většina dotázaných – 80 % vypouští předčištěnou vodu do trativodu. Pouze majitelé žumpy – 20 % likviduje své OV firmou, která je odváží na ČOV dle zákona.

30 % dotázaných vypouští předčištěné OV přímo ze septiku, což je v rozporu s nařízením 401/2015 Sb., jelikož septik odpadní vodu dostatečně nevyčistí.

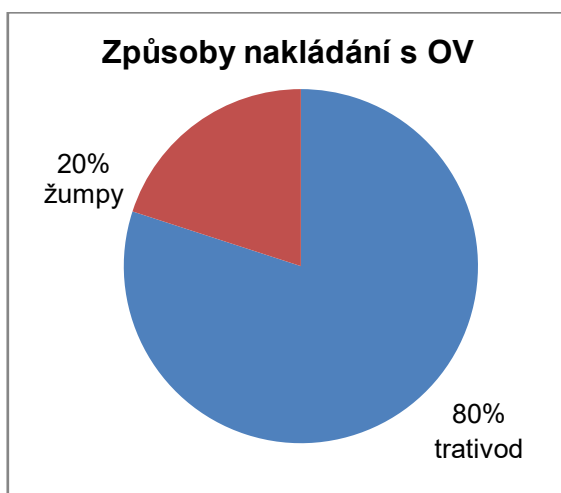
Účinnější vyčištění je dosaženo u septiku s půdním filtrem, což vlastní pouze 10 % z dotázaných a v DČOV buď s filtrem, nebo bez, kterou vlastní 40 % dotázaných.

Na oficiálních stránkách města Rychvaldu jsem objevil mapu územního plánu vodního hospodářství z června roku 2014. Z této mapy lze vyčíst, že návrh jednotné stokové soustavy již byl vyprojektován. Její stavba však stále není realizována, což dokazuje fotodokumentace předchozí kapitoly.

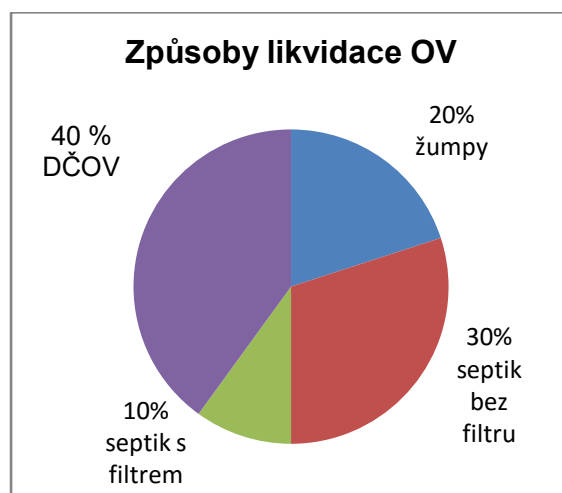
Dle dokumentace se zde jedná o návrh splaškové stokové sítě gravitační. OV by měly být ze zájmového území odváděny do čerpací stanice umístěné v nejnižším místě, kterou budou dále čerpány na centrální ČOV, nacházející se ve vzdálenosti cca 2300 m od čerpací stanice.

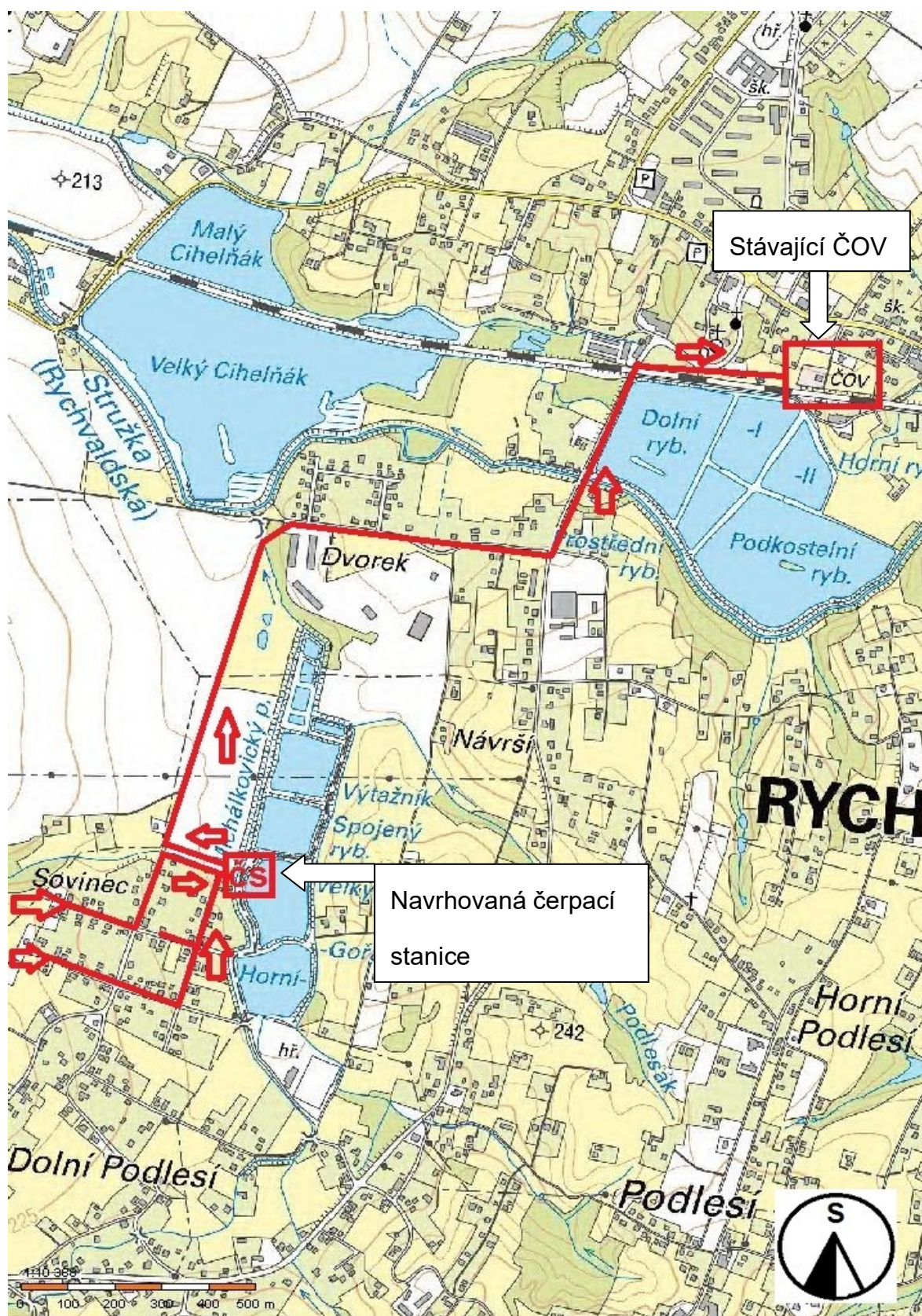
Přehled způsobu nakládání s OV a jejich likvidace v řešené oblasti znázorňují grafy č. 1. a 2.:

Graf 1. Způsoby nakládání s OV.



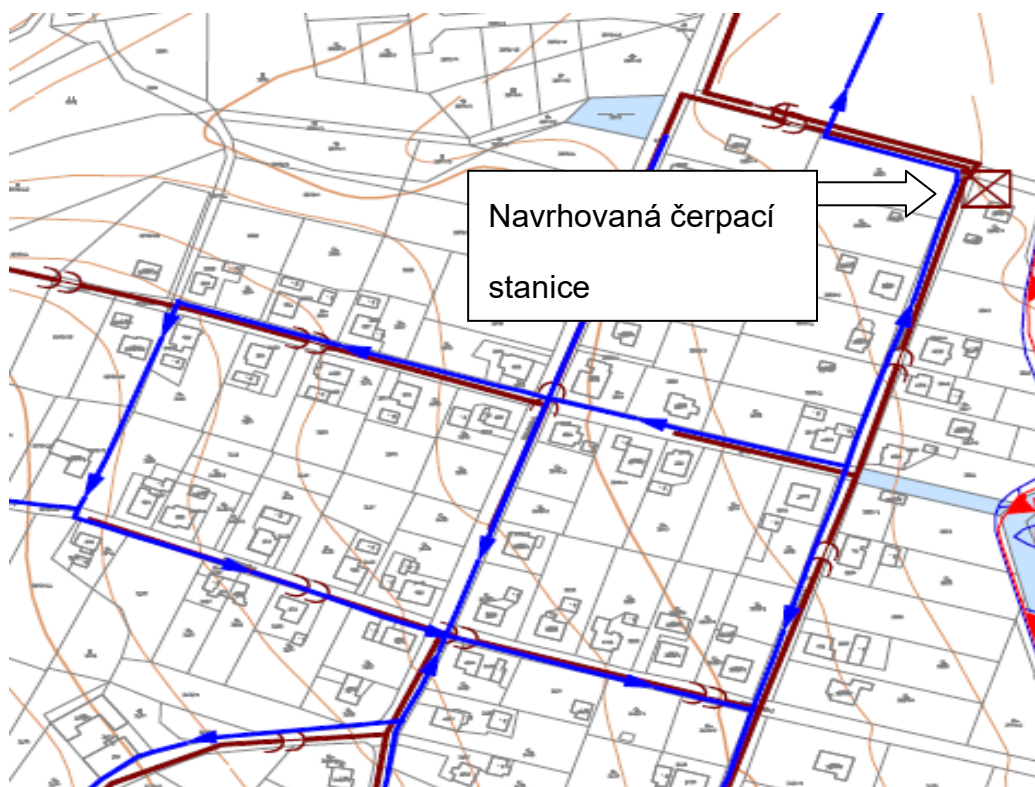
Graf 2. Způsoby likvidace OV.





Obrázek 23. Náčrt navrhovaného odvodu OV dle projektové dokumentace (Publikace dat IKS, 2016 [online]).

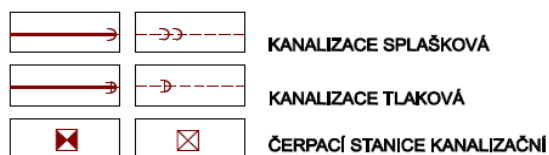
V dokumentaci jsem také vyčetl, že se má částečně v této oblasti splašková stoková síť nacházet, což jsem při seznámení se s terénem vyloučil. Část projektové dokumentace bez měřítka znázorňuje obrázek č. 22:



Obrázek 24. Územní plán Rychvaldu – Výkres vodního hospodářství z roku 2014 (Územní plánování, 2014 [online]).



Obrázek 25. Legenda (Územní plánování, 2014 [online]).



Obrázek 26. Legenda (Územní plánování, 2014 [online]).

Ze zpráv zasedání města Rychvald jsem se dověděl, že v současné době pracuje na nové projektové dokumentaci centrální kanalizace firma KONEKO spol. s r. o., která vyhrála výběrové řízení zadané městským úřadem. Stav projektu je ve fázi zpracování dat, tudíž ještě není hotov.

7. DOPORUČENÍ MOŽNÝCH VARIANT ŘEŠENÍ

Aby bylo nakládání s odpadními vodami v řešené oblasti dodržováno dle platné legislativy, je nutné, aby bylo přijato několik opatření. Mé návrhy možných řešení lze rozdělit na realizaci individuálních opatření a centrální řešení.

7.1 Individuální řešení

Pokud by měla být varianta individuálních řešení realizována, městský úřad by musel vydat nařízení pro změnu nakládání s OV pro jednotlivé znečišťovatele, kteří nedočištěné OV do okolí vypouštějí. Způsoby, jakými obyvatelé OV likvidují, by měly být na úřadě zdokumentovány.

Mé návrhy individuálního řešení se však nebudou týkat majitelů bezodtokových akumulacích nádrží – žump. Pokud je funkce žump dodržena a s odpadními vodami nakládáno dle patné legislativy, nemají tito obyvatelé na zhoršení životního prostředí podíl. Jelikož se ale cena likvidace OV na ČOV stále zvyšuje, možná by se rádi na budoucí kanalizační síť napojili.

7.1.1 Zřízení zemních filtrů a VKČ

Tento návrh by byl aplikován u obyvatel, kteří vlastní pouze septiky případně DČOV a vypouštějí předčištěnou OV, která nesplňuje hodnoty dle NV 401/2015 Sb. do povrchových nebo podzemních vod, což je zakázáno. Předpokladem je alespoň tří – komorový septik nebo DČOV s předsazenou jímkou kalů, aby nedocházelo k zanesení filtračního lože použité technologie.

Obyvatelé, kteří by zemní filtr příp. VKČ realizovali, si musí vyřídit stavební povolení na základě žádosti a příloženými příslušnými doklady na vodoprávním úřadě (Dobrovolný svazek obcí, 2014 [online]).

Obě tyto varianty jsou cenově dostupné, avšak náročné na plochu, která je v místní zástavbě mezi domy značně malá, a proto by nebylo možné je v některých místech začlenit.

Z ekonomického hlediska je zde výhodou stavba svépomocí za dohledu pověřené osoby. Tímto je ušetřena část finančních prostředků za realizaci firmou.

7.1.2 Zřízení akumulčních jímek

Majitelé septiků a DČOV, kteří nemají prostor pro vybudování zařízení na dočištění OV, která nesplňuje hodnoty dle NV 401/2015 Sb., by si měli zřídit neprůtočnou akumulční jímku napojenou na svá stávající zařízení a s OV nakládat dle platné legislativy. Jediným možným způsobem je odvoz na ČOV, což se prodrazí. Myslím si tedy, že by se na budoucí kanalizační síť i tito obyvatelé rádi napojili.

7.1.3 Stavba DČOV se vsakováním nebo sběrnou nádrží

Podle současné platné legislativy se proces úředního povolování domovních čistíren ubírá, buď cestou klasického vodoprávního řízení s následným vydáním povolení k vypouštění odpadních vod, nebo se postupuje jednodušším způsobem, tzv. na ohlášení (u certifikovaných čistíren označovaných CE) (Domovní čistírny, 2006 [online]).

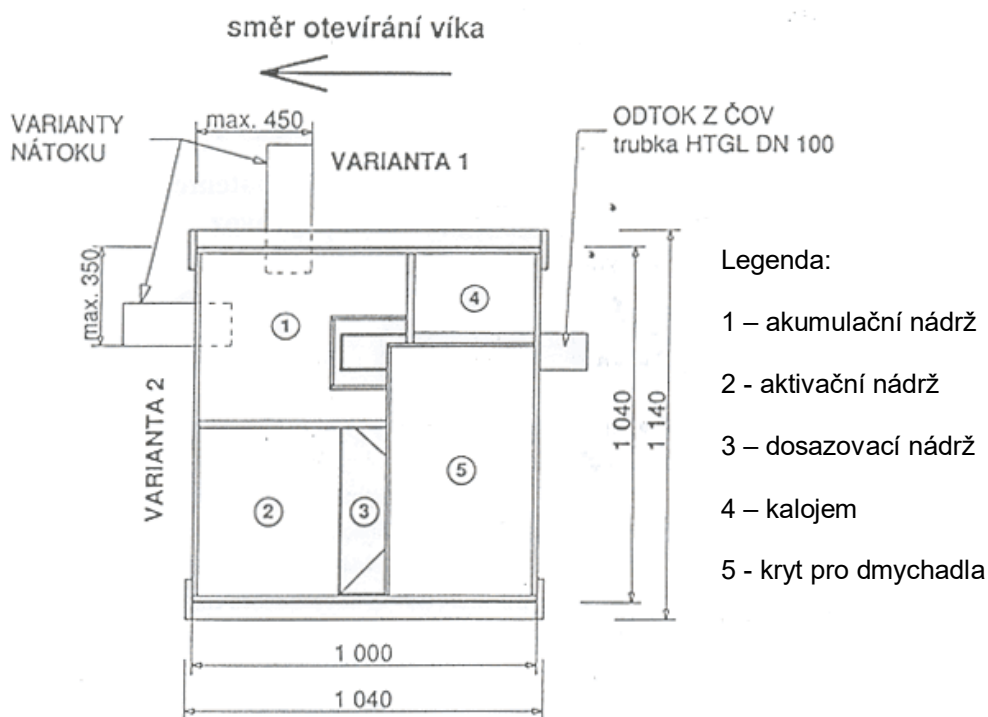
DČOV, ze které bude vyčištěná OV vypouštěna vsakováním, musí být certifikována a označována značkou shody CE. Jedenkrát za dva roky je nutné provést kontrolu pracovníkem pověřeným ministerstvem životního prostředí. Není však nutné odebírat vzorky odpadní vody. Povolení pro vypouštění OV se poté vydává na neomezenou dobu. O způsobu a podmínkách povolení DČOV je vhodné se předem informovat na vodoprávním úřadě (Domovní čistírny, 2006 [online]).

Náležitosti vypouštění odpadních vod do vod podzemních upravuje NV č. 57/2016 Sb., zatímco vypouštění odpadních vod do vod povrchových upravuje NV č. 401/2015 Sb. (Domovní čistírny, 2006 [online])

Při realizaci tohoto způsobu nakládání s OV dochází k odtoku vyčištěné vody do povrchových vod (potok, rybník, řeka, vodní nádrž apod.) nebo k zasakování do vod podzemních (Domovní čistírny, 2006 [online]).

Pokud se v blízkosti DČOV nachází potok, řeka nebo rybník, pak je nejlepším způsobem likvidace odpadní vody její vypouštění do tohoto recipientu. Při zasakování vyčištěné vody do podzemních vod je nutné si nechat zpracovat hydrogeologický posudek, který zhodnotí podloží a odtokové poměry v místě

instalace ČOV. Na jeho základě pak vodoprávní úřad povoluje nebo zamítá instalaci ČOV (Domovní čistírny, 2006 [online]).



Obrázek 27. Schéma DČOV (Čistírna odpadních vod, 2006 [online]).

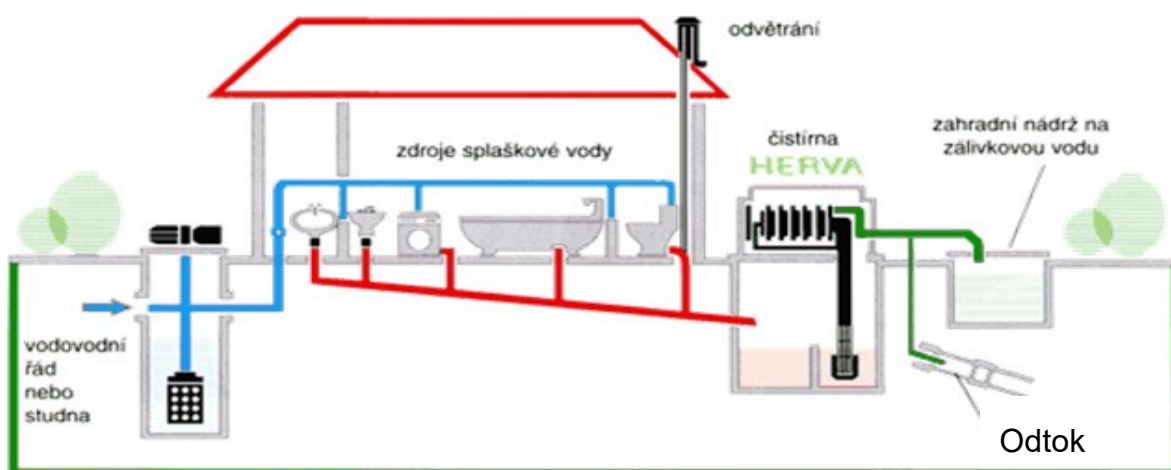
Pokud je k DČOV s označením CE realizována i zásobní nádrž na vyčištěnou vodu, která splňuje požadavky předpisu 401/2015 Sb., lze předpokládat její další využití, obvykle k zálivce. Vysoká efektivita čištění OV tímto způsobem umožňuje také zpětné využití odpadní vody v domácnosti (WC, technická voda, apod.) (Domovní čistírny, 2006 [online]).

V tomto případě se též jedná o vodní dílo. Pokud majitel čistírny neprokáže, že v mimo-vegetačním období bude předčištěné odpadní vody vyvážet, předpokládá se, že je bude zasakovat do vod podzemních. K tomu pak potřebuje povolení a hydrogeologický posudek. Nádrž na vyčištěnou vodu pak může být minimální (Domovní čistírny, 2006 [online]).

7.1.4 Umístění zařízení na jímku splašků - HERVA

Výrobce uvedené zařízení, pod obchodním názvem HERVA je jednoduché funkční řešení likvidace splaškové vody přímo z jímky OV. Přednost

spočívá v jednoduché, nenáročné obsluze a údržbě. Umísťuje se přímo na nepropustnou jímku (žumpu, septik). Svou funkcí zajistí kvalitu vyčištěné vody dle požadavků evropských norem, kterou je možné dále využít na závlivku = dvojí úspora vod (Herva – domácí čistírna, [online]).



Obrázek 28. Umístění DČOV HERVA (Herva – domácí čistírna, [online]).

Avšak tento výrobcem vychvalovaný výrobek způsobuje některým uživatelům problémy.

„ČOV HERVA 0,5 provozují již dvanáctým rokem a rozhodně to nebyla dobrá volba. Na vysvětlenou - momentálně odchází právě kluzné futro bubnu, neboť je sice samomazné (silon na nerez hřídel, jenomže se to točí tolik roků. Po celý rok běží motor bubnu – 50 W. V zimě se navíc zapíná topná vložka, aby čistička nezamrzla (neboť je nadzemní) – 100 W. Při stoupajících cenách energií se provoz čističky celkem prodraží.“

(www.eMARTINKA.cz, 2007 [online]).

Jsou však i uživatelé, kteří jsou s výrobkem spokojeni.

„Dovoluji si reagovat na komentář, který jsem si přečetl o ČOV HERVA a musím sdělit svůj postřeh s tímto zařízením. Čističku vlastníme necelých 10 let, a pracuje nepřetržitě bez problému. To, že je na povrchu mi ušetřilo i finanční prostředky, protože jsem ji mohl bez větších problémů instalovat na stávající žumpu a nemusel jsem nic kopat. Je proto na zvážení každého, co bude vyhovovat lépe. A vyčištěnou vodu používám na zalévání zahrady, což je další úspora při dnešních cenách za vodu a stočné. Pro bezproblémový chod je důležitá pravidelná údržba, dle provozního řádu. Mohu jenom doporučit.“

(www.eMARTINKA.cz, 2007 [online]).

Nepodařilo se mi ověřit, zda toto zařízení vyčistí vodu natolik dobře, aby bylo umožněno vypouštění vyčištěné OV do povrchových vod dle NV 401/2015 Sb. a podzemních vod dle NV č. 57/2016.

7.2 Návrh vybudování centrální stokové sítě splaškové

Vzhledem k rozmístění staveb řešeného území považuji za nejrozsudnější variantu návrh odkanalizování centrální splaškovou stokovou sítí. Tato síť by byla ukončena ČOV, případně KČOV.

Je to také dle mého názoru jediný kontrolovatelný způsob, jak nakládat s OV v dané oblasti. Několik návrhů centrální splaškové kanalizace bylo vyprojektováno, avšak ani jeden zatím nebyl realizován.

Pokud by tedy byla v lokalitě vybudována veřejná kanalizace, je nezbytné, aby na ni byly připojeny i nemovitosti, z nichž byly původně odpadní vody vypouštěny např. do vod povrchových. Povinnost připojení na veřejnou kanalizaci může být vlastníku nemovitosti uložena příslušným obecním (městským) úřadem (Dobrovolný svazek obcí, 2014 [online]).

Návrhy centrálního řešení se týkají všech producentů OV z obydlí v mé řešené oblasti.

7.2.1 Se zakončením na centrální klasické ČOV

Dle zjištění nakládání s OV v řešené oblasti, viz tabulka č. 11. na str. 46 je zřejmé, že výrazný podíl v dané oblasti zahrnují majitelé septiků – 40 %. Voda ze septiků nesmí být vypouštěna do veřejné kanalizace ukončené na ČOV, jak je uvede výše. Další skupinou, která nesmí vypouštět předčištěné vody do této kanalizace, jsou majitelé DČOV – 40 %. Důvody jsou zmíněny výše v kapitole platná legislativa. Toto nařízení lze nalézt ve 3. odstavci §18 zákona 274/2001 Sb.

Pokud by tedy byla splašková stoková síť byla ukončena centrální ČOV, museli by majitelé septiků a DČOV, kteří by se připojili na kanalizaci tato svá zařízení odpojit od přívodu splašků z domů. Vyvedení splašků z domu by muselo být napojeno přímo do kanalizace bez předchozího předčištění.

Přímé napojení by pak bylo možné i pro majitele žump.

Pokud by tedy dopravená OV splňovala kvalitu vhodnou pro čištění na ČOV umělými způsoby, její realizace by byla možná.

7.2.2 Varianta se zakončením na VKČ

Pokud by kanalizace byla ukončena VKČ, mohlo by být na kanalizaci napojeno 100 % producentů OV z obydlí v jakékoli kvalitě.

Majitelé žump by nemuseli řešit většinou časté vyvážení obsahu a následnou likvidaci na ČOV. Výhodou by bylo přímé napojení z domu, a tím zrušení žumpy.

Méně výhodné by bylo napojení odtoku z žumpy, ve které by se usazovaly kaly. Po jejím naplnění také bylo nutné žumpu nechat vyvézt.

Obyvatelé se septiky a DČOV, kteří produkují předčištěné OV vody, které však nesplňují požadavky pro jejich vypouštění do vod povrchových a podzemních by kanalizaci také mohli využívat.

Jak jsem již výše uvedl, kořenová čistírna má spousty výhod při čištění OV s nízkou nebo měnící se koncentrací znečištění, kolísajícím průtokem, přerušovaným provozem apod. Navíc plní estetické účely, a proto je pro tuto oblast její realizace mým doporučením.

8. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V této kapitole se pokusím porovnat cenové náklady na realizaci některých výše uvedených způsobů, kterými by bylo životní prostředí v mé řešené oblasti ochráněno.

8.1 Zhodnocení individuálních návrhů

Zde se budu věnovat zřízení zemního filtru a VKČ. Realizace těchto staveb má podobný průběh. Cenové náklady na výkopové práce jsou totožné.

Uvedu také náklady na vybudování DČOV, která svou účinností umožní vypouštění OV dle NV 401/2015 Sb. a NV 57/2016 Sb.

8.1.1 Zemní filtr pro 3 - 5 EO

Předpokladem pro realizaci zemního filtru je umístění alespoň tří – komorového septiku (cena 15 – 25 tis.Kč), případně DČOV s jímkou pro zachycení kalu před použitou technologií.

Využitím vzorce pro výpočet plochy lze stanovit, že je zapotřebí zemní filtr o ploše okolo 22 m² (4EO). Výpočet vychází z užití jemného písku jako filtračního materiálu a parametrů pro výpočet uvedených v tabulkách (ŠÁLEK J. 2006).

Kompletní set fóliového pískového filtru obsahující rozvodné a sběrné potrubí s otvory, odvětrávací potrubí, PVC fólii, geotextilie, těsnící tmel a výkres zemního filtru s návodem na kompletaci lze pořídit za cca 11 tis.Kč včetně DPH (Filtry pro dočištění, 2016 [online]).

Celková cena pořízení zemního filtru bez septiku:

Set fóliového filtru 3 – 5 EO	11 000,-
Výkopové práce	4 000,-
Filtrační materiál – písek 1 – 2mm	3 500,-
Zásypový materiál (kačírek) 5tun	2 500,-
Revizní šachta na odtoku	8 200,-
Celková cena s DPH.....	29 200,-

Tento systém je po zatravnění pochůzný. Tím se dokonale začlení do okolního prostředí.

8.1.2 VKČ pro 4 - 6 EO

Plocha čistírny se uvádí 3 – 5 m²/EO. Je tedy nutné počítat s plochou 12 – 30 m² pro její vybudování.

Při realizaci firmou na klíč se ceny pohybují okolo 140 - 200 tis.Kč. Lze však zvolit variantu realizace svépomocí, kdy cena nepřekračuje 100 tis.Kč.

Pro realizaci VKČ svépomocí lze pořídit instalační set. Součástí setu je tři komorový samonosný septik, fólie a geotextilie, vsak, regulační – akumulční nádrž včetně vystrojení, rozváděcí potrubí a podrobný montážní postup včetně dokumentace (Kořenové čističky 2, 2008 [online]).

Celková cena pořízení VKČ včetně septiku:

Set VKČ 4 – 6 EO	73 260,-
Výkopové práce	4 000,-
Filtrační materiál – písek 1 – 2mm	3 500,-
Zásypový materiál (kačírek) 5tun	2 500,-
Revizní šachta na odtoku	8 200,-
Celková cena s DPH.....	91 460,-

VKČ jsou tedy doporučovány na místa s možností využití větší plochy. Její realizace však po zakořenění a vzrůstu rostlin plní také funkci estetickou a to zejména v době vegetačního období.

8.1.3 DČOV plnicí NV 401/ 2015 Sb. a NV 57/2016 Sb. pro vypouštění OV do okolí, 3 – 7 EO

Čistírnou, která splňuje předepsaná kritéria je např. AS-VARIOcomp 5K. Technologické řešení této čistírny je založeno na stabilním a spolehlivém provozu při minimální spotřebě energie. Tato technologie využívá aerobní biologické

procesy, které jsou v praxi ověřeny dlouholetým provozem (AS-VARIOcomp 5K, [online]).

Celková cena pořízení DČOV:

AS-VARIOcomp 5K.....	35 695,-
Výkopové práce a úprava terénu.....	4 000,-
Betonová základová deska	6 000,-
Připojovací potrubí, odvodní potrubí.....	3 000,-
Celková cena s DPH.....	48 695,-



Obrázek 29. DČOV AS-VARIOcomp 5K OD FIRMY Asio (AS-VARIOcomp 5K, [online]).

8.2 Centrální návrh řešení

Pro realizaci centrálních návrhů řešení jsem uvedl vybudování splaškové stokové sítě se zavedením do ČOV a VKČ.

Tato stoková síť tedy bude společná a do ceny jednotlivých řešení ji nebudu započítávat. Jen pro představu délky stokové sítě mohu uvést, že se bude jednat o cca 2 100 m dlouhou síť. Její realizace bude zahrnovat výkopové práce, rekultivaci dotčeného území, vybudování revizních šachet, potrubí apod. **Odhadovaná cena je 4 000 000 Kč.**

Zaústěna by měla být na pozemku č. 6597 v k. ú. Rychvald do ČOV či VKČ. V případě odkoupení této parcely nastíním odhadovanou cenu dle tabulek.

Vytipovaný pozemek je rozdělen na plochu 764 m², jehož bonitovaná půdně ekologická jednotka 6.43.00 spadá do 2. třídy ochrany zemědělského

půdního fondu, její průměrná cena (dle vyhlášky 441/2013 Sb.) je 10,03 Kč/m² a bodová výnosnost této půdy je číselně vyjádřena na stupnici od 0 do 100 hodnotou 56 (eKatalog BPEJ 1, 2015 [online]).

Odhadovaná cena za tento pozemek tedy bude 7 662,90 Kč.

Druhá část pozemku má plochu 17 894 m² a jeho bonitovaná půdně ekologická jednotka 6.58.00 spadá do 2. třídy ochrany zemědělského půdního fondu, její průměrná cena (dle vyhlášky 441/2013 Sb.) je 7,83 Kč/m² a bodová výnosnost této půdy je číselně vyjádřena na stupnici od 0 do 100 hodnotou 45 (eKatalog BPEJ 2, 2015 [online]).

Odhadovaná cena za tento pozemek tedy bude 140 110,02 Kč.

Pokud by tedy došlo k odkoupení pozemku dle tabulek, cena by byla cca 150 tis.Kč.

8.2.1 Biologická balená ČOV pro max. 180 EO

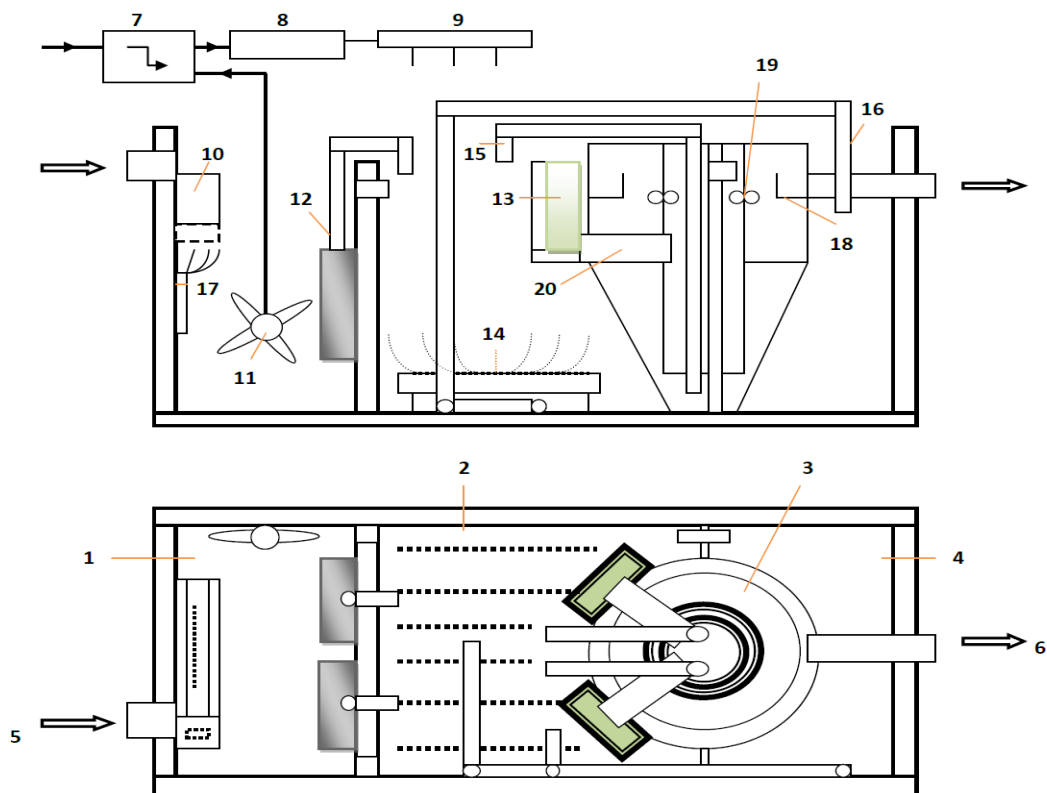
Balené čistírny jsou především určené pro likvidaci a čištění odpadních vod v satelitních městečkách nebo menších obcích.

Tuto kapacitu splňuje typové označení EK-S150 pro připojení max. 180 osob. ČOV je konstruována v souladu s ČSN EN 75 6402 Čistírny odpadních vod.

Celková cena pořízení ČOV EK-S150:

EK-S150.....	405 000,-
Výkopové práce.....	15 000,-
Pronájem autojeřábu.....	5 000,-
Betonová základová deska	10 000,-
Obetonování ČOV.....	60 000,-
Kabely elektro.....	8 000,-
Chráničky.....	2 000,-
Celková cena bez DPH.....	505 000,-

Tato cena je velice orientační, protože nejsem schopen spočítat veškeré okolnosti, které realizace tohoto typu zařízení skýtá. Nezahrnuje např. plastovou skříň pro externí dmychadlo, dopravu zařízení, dohlížejího technika apod.



LEGENDA

1	Nátoková komora (nátok)	11	Míchání nátok (el.míchadlo)
2	Aktivační komora (aktivace)	12	Dávkovací filtr hrubých nečistot
3	Dosazovací komora (dosedák)	13	Dočišťovací filtr
4	Kalová komora (kalojem)	14	Provzdušňovací element
5	Nátokové potrubí DN 160 - 300	15	Vzduchové čerpadlo pro odkalení (mamutka)
6	Odtokové potrubí DN 200 -250	16	Řízené odkalení aktivální komory
7	El.rozvaděč (řídící jednotka)	17	Provzdušnění nátokového koše
8	Dmychadlo	18	Odtokový přelivný žlab
9	Elektromagnetický ventil	19	Potrubí pro rozbíjení a odbourání kalu
10	Nátokový koš (česle)	20	Propojovací potrubí

Obrázek 30. Balená ČOV EK - S150 (Biologické balené ČOV, 2016 [online]).

8.2.2 Centrální VKČ pro 180 EO

Uvádí se, že průměrná cena vybudování VKČ pro jednoho připojeného obyvatele se pohybuje od 15 tis.Kč – 18 tis.Kč.

Vybudování VKČ pro mnou řešenou oblast počítáme – li 150 EO, by tedy stálo 2 250 000 Kč – 2 700 000 Kč.



Obrázek 31. VKČ Mořice u Berouna pro 700 EO (Čištění odpadních vod 2, [online]).

Cenové náklady na jednotlivá navrhovaná řešení uvádí tabulka č. 12:

Tabulka 12. Srovnání cen navrhovaných řešení.

Přehled cen jednotlivých návrhů řešení	
Navrhovaná varianta	Cena
Zemní filtr pro 3 – 5 EO bez septiku	29 200,-
VKČ se septikem pro 4 – 6 EO	91 400,-
DČOV - AS-VARIOcomp 5K 3 – 7 EO	48 695,-
Centrální kanalizace o délce cca 2100 m	4 000 000,-
Biologická balená ČOV pro 150 EO	505 000,-
Centrální VKČ pro 180 EO	2 250 000 – 2 700 000,-

Pro výběr technologie čištění odpadních vod je třeba také uvážit provozní náklady ve výhledu 20 let. Náklady na vybudování kořenové čistírny druhé generace, která umí odstraňovat i dusíkaté znečištění, činí až 20 tis.Kč/EO. Náklady na vybudování mechanicko-biologické čistírny činí cca 16 tis.Kč/EO (Návratnost kořenové čističky, [online]).

U obce o 150 obyvatelích se jedná o cenu okolo 3 milionů za kořenovou čistírnu a 2,4 milionů za mechanicko-biologickou (Návratnost kořenové čističky, [online]).

U obce o 150 obyvatelích představují roční provozní náklady na mechanicko-biologickou čistírnu cca 200 tis.Kč, na kořenovou 50 tis.Kč (Návratnost kořenové čističky, [online]).

Srovnání cen nákladů provozu jsou individuální. Rozhodujícím faktorem pro životnost obou navrhovaných technologií je správný postup při realizaci. Tím se předchází případným poruchám a nákladům na jejich odstranění.

ZÁVĚR

Jelikož území téměř celého města Rychvaldu a zvláště jeho okrajových částí je známé absencí veřejné kanalizace, mým cílem tedy bylo zjistit informace ohledně nakládání s OV v mé vybrané městské části a navrhnout možnosti, jak předejít zásahům do zdejší přírody.

Podařilo se mi zajistit fotodokumentaci prokazující nesprávné nakládání s OV dle platné legislativy.

Vypracoval jsem také dotazník, který byl adresován místním občanům, abych zjistil, jakými způsoby dotázaná část obyvatel s OV nakládá. Zjištěné výsledky dotazníku dokládají možnost výskytu splašků v příkopech podél komunikací, které jsou na fotodokumentaci zřejmé.

Mezi obyvateli města je známé, že problém nakládání s odpadními vodami nejen v mé řešené městské části, ale v celém Rychvaldě, je dlouhodobý. Téměř v každém volebním období radní projednávají možnosti a zadávají vypracování projektů, které by tuto situaci zlepšily.

Zlepšení situace však není jen otázkou a úkolem radních, ale hlavně obyvatel, kteří v zasažených místech žijí. Jako první by si měli uvědomit sami občané, že způsoby, jakými s OV nakládají, nejsou dle platné legislativy správné. Mnohdy to bývá způsobeno neznalostí zákonů a předpisů, rozdílem mezi jednotlivými technologiemi likvidace OV a cenou realizace potřebné technologie.

Mohu tedy říci, že pro zlepšení situace by také napomohlo občany informovat o zákonech a předpisech, které jsou v dnešní době aktuální.

Sdílet občanům, jaká opatření je nutné vybudovat, aby jejich okolí a životní prostředí nás všech nebylo zasaženo a situace se vylepšila. Uvést také finanční pokuty, které lze udělit v případě zjištění porušení platné legislativy.

Problematiku nakládání s odpadními vodami v této městské části bych řešil vybudováním centrální kanalizace se zakončením ve VKČ. Pořizovací náklady na vybudování VKČ jsou sice vyšší, avšak návratnost investice je zajištěna nízkými provozními náklady.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knižní zdroje

1. DOHÁNYOS, M., KOLLER, J., STRNADOVÁ, N. *Čištění odpadních vod*. VŠCHT Praha: 1998. 177stran, ISBN 80-7080-316-9
2. HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P. *Příručka stokování a čištění* Vydalo nakladatelství NOEL 2000 s.r.o., Brno 2001, první vydání, 251 stran, ISBN 80-86020-30-4
3. SOJKA J. *Malé čistírny odpadních vod*. Vydala ERA group s. r. o., Brno 2004, druhé aktualizované vydání, 98 stran, ISBN 80-86517-80-2
4. ŠÁLEK J., TLAPÁK V. *Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod* EXPODATA – DIDOT, Praha 2006, první vydání, 283 stran, ISBN 80-86769-74-7

Elektronické zdroje

1. Array – Galerie realizovaných čistíren – Kořenová čistička odpadních vod, [online], 2012, [cit. dne 13-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.korenova-cisticka.cz/korenove-cisticky/galerie/72157639857822946>
2. AS-VARIOcomp 5K I www.vodashop.cz. [online], [cit. dne 14-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.vodashop.cz/produkt/as-variocomp-5k-/>
3. BIELA, Renata. Kvalita šedých vod a možnost jejich využití. 2001 – 2016, [online]. Poslední změna 5. 12. 2011, [cit. 2016-22-02]. Dostupné na WWW: <http://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>

4. Biologické balené ČOV, čističky 70 – 200 EO. 2016, [online], [cit. dne 14-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.ekocis.cz/biologicke-balene-cov-cisticky-70-200-eo>
5. Biologické zemní filtry pro úpravu vody. [online], 2005 – 2016, [cit. dne 08-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.gonap.cz/menu/zemni-filtry/biologicke-zemni-filtry-pro-upravu-vody/>
6. Čističky odpadních vod - septiky s biofiltrem < výrobky. [online], [cit. dne 06-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://sluzbyaremesla.eu/cs/vyroby/cisticky-odpadnich-vod-septiky-s-biofiltrem>
7. DECKER, Kris. Recycling animal and human dung is the key to sustainable farming. 2010, [online]. Poslední změna SEP 16, 2010, [cit. dne 19-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.resilience.org/stories/2010-09-16/recycling-animal-and-human-dung-key-sustainable-farming>
8. Dobrovolný svazek obcí Jaroměřsko – Aktuality – Co mě čeká, když se nenapojím na veřejnou kanalizaci? 2016, [online]. Poslední změna 17. 6. 2014, [cit. dne 12-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.dsojaromersko.estranky.cz/clanky/aktuality/co-me-ceka--kdyz-se-nenapojim-na-verejnou-kanalizaci-.html>
9. Domovní čistírny odpadních vod – TOPAS – legislativa. [online], [cit. dne 13-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.topolwater.com/domovni-cov-legislativa.htm>
10. eKatalog BPEJ I Encyklopedie bonitovaných půdně ekologických jednotek. 2015, [online], [cit. dne 15-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://bpej.vumop.cz/64300>

11. eKatalog BPEJ I Encyklopedie bonitovaných půdně ekologických jednotek. 2015, [online], [cit. dne 15-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://bpej.vumop.cz/65800>
12. Filtry pro dočištění odpadních vod. Filtr foliový 3 – 5 I ČOV. 2009 – 2016 , [online], [cit. dne 13-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.cisteniodpadnichvod.cz/151-filtr-foliovy-3-5/>
13. Filtry pro dočištění odpadních vod. Filtr ZFS 8. 2009 – 2016, [online], [cit. dne 08-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.cisteniodpadnichvod.cz/277-filtr-zfs-8/>
14. Grey water information central. [online], [cit. 2016-23-03]. Dostupné na WWW: <http://oasisdesign.net/greywater/>
15. Herva – domácí čistírna odpadních vod I seznámení s Hervou. [online], [cit. dne 13-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.herva.wbs.cz/Seznameni-s-HERVOU.html>
16. Informace o pozemku, nahlížení do katastru nemovitostí. 2004 – 2016, [online], [cit. dne 08-04-2016]. Dostupné na WWW: http://nahliznidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=PFelhxxTf70uW_S9604ro246o091P7EXAeDnsD9RA2L9XUpmYKgT4Dfyxbiak39NfpE2HjbejY1qgz4YyPeD1GigrDtfwOQwUBPWWNTIyy8uLuolQKpzvcq2w5bWEE0r6WByn24uiRJdua-2tiPtSEbmmwRWrqp-w00XzLLHyHI4ZH7TN2z3IWzMMRLuKy_DH9qSNfkkG64C6wIE0rM6wvBe5WP0uPTR0OqmuONJNjqb_0dWwfNDWGR2bjqQTCGKNBeSZkFNdiegH6PV5LuMHPsBsPmcPJKo53IDtCwTfk0=
17. Kořenové čističky odpadních vod :: KOŘENOVKY.CZ :: návrhy a realizace ekologických čistíren odpadních vod (KČOV). 2008, [online], [cit. dne 15-04-

- 2016]. Dostupné na WWW: http://www.korenova-cistirna-odpadnich-vod.cz/web/info/korenove_cisticky/investice/index.htm
18. Kořenové čistírny odpadních vod, kořenové čističky – db Betonové jímky s. r. o. 2012, [online], [cit. dne 07-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.db-jimky.cz/korenove-cistirny-odpadnich-vod.html>
19. Kořenové ČOV mají velice nízké provozní náklady a výborné výsledky – TzB – Inko, 2016, [online]. Poslední změna 10.7.2007, 10:07h, [cit. dne 12-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.tzb-info.cz/102552-korenove-cov-maji-velmi-nizke-provozni-naklady-a-vyborne-vysledky>
20. kosatcovité – Iridaceae. [online], [cit. dne 13-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.kvetena.com/kosatcovite.html>
21. lipnicovité – Poaceae. [online], [cit. dne 13-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.kvetena.com/lipnicovite.html>
22. MIFKOVÁ, Tatiana. Nové metody nakládání s odpadními vodami. [online], Poslední změna 22. 08. 2011, [cit. dne 11-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.asb-portal.cz/tzb/zdravotni-technika/nove-metody-nakladani-s-odpadnimi-vodami>
23. Nádrže a žumpy – plasty Frank. 2016, [online], [cit. dne 06-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.plastyfrank.cz/plastove-vyrobky/nadrze-a-zumpy/>
24. Návratnost kořenové čističky odpadních vod. 2016, [online], [cit. dne 15-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.korenova-cisticka.cz/o-korenovkach/financovani/Korenova-cisticka-korenova-cistirna-navratnost.html>

25. O městě – Město Rychvald. [online], [cit. 2016-20-02]. Dostupné na WWW: <http://www.rychvald.cz/mesto/o-meste>
26. Pískové filtry – Biowa. 2008 – 2014, [online], [cit. dne 06-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://biowa.cz/filtry/piskove-filtry/>
27. PLOTĚNÝ, Karel a BARTONÍK, Adam. Čištění šedých vod a možnosti využití energie z nich. [online], 2001-2016. Poslední změna 19. 12. 2012, [cit. dne 05-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://voda.tzb-info.cz/9411-cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>
28. PLOTĚNÝ, Karel. Odpadní vody jako zdroj surovin – Zdroj TZB info. 2001 – 2016, [online]. Poslední změna 10. 7. 2008. [cit. dne 04-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.tzb-info.cz/4955-odpadni-vody-jako-zdroj-surovin>
29. POLÁK, Petr. Kořenové čističky odpadních vod – TzB – info. 2001 – 2016, [online]. Poslední změna 1. 8. 2011, [cit. dne 13-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/7689-korenove-cisticky-odpadnich-vod-kcov>
30. POLDA, Dawe. Napojení kanalizace – Diskuze – TzB – info. 2001 – 2016, [online]. Poslední změna 27. 01. 2011, 14:27h, [cit. dne 12-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://forum.tzb-info.cz/118040-napojeni-kanalizace#text1>
31. Pravidla pro vypouštění odpadních vod. 2001- 2013, [online], [cit. dne 12-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.ceskestavby.cz/clanky/pravidla-pro-vypousteni-odpadnich-vod-3239.html>
32. Profil města – Město Rychvald. [online], [cit. 2016-20-02]. Dostupné na WWW: <http://www.rychvald.cz/mesto/profil-mesta>

33. Předpis č. 401/2015 Sb. - Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech – Aktuální znění. 2015, [online]. Poslední změna 14. 12. 2015, [cit. dne 04-04-2016]. Dostupné na WWW: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401>
34. Publikace dat IKS. 2016, [online], [cit. dne 4.4.]. Dostupné na WWW: <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=744441&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
35. Rychvald - program rozvoje pro roky 2013 – 2022. [online], [cit. dne 08-04-2016]. Dostupné na WWW: http://www.obcanska-spolecnost.cz/wp-content/uploads/Rychvald_program-rozvoje_2013-2022.pdf
36. Septiky – obecně. [online], [cit. dne 05-04-2016] Dostupné na WWW: <http://www.aquatech.cz/septiky-obecne-1404041722.html>
37. Sewer History: Photos and Graphics. 2004, [online], [cit. dne 19-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.sewerhistory.org/grfx/design/systems1.htm>
38. sítinovitě – Juncaceae. [online], [cit. dne 13-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.kvetena.com/sitinovite.html>
39. Slovník cizích slov. kolmatace – ABZ.cz: slovník cizích slov. 2005 – 2016, [online], [cit. dne 08-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/kolmatace>
40. Směrnice Rady (91/271/EHS). EUR – Lex 31991L0271 – EN – EUR – Lex. [online]. Poslední změna 21. května 1991, [cit. dne 04-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:31991L0271>

41. TOPOL, Jan ml. Volba likvidace odpadních vod – TZB Info. 2001 – 2016, [online]. Poslední změna 18. 4. 2005, [cit. dne 07-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.tzb-info.cz/2469-volba-likvidace-odpadnich-vod>
42. Územní plánování – Rychvald – Město Bohumín – O městě – Územní plánování. Odstavec I. návrh I. B. 3b Výkres vodního hospodářství. 1998 – 2016, [online], [cit. dne 04-04-2016]. Dostupné na WWW: https://www.mesto-bohumin.cz/data/uzemni_plan/uzemni_plan_rychvald_2014-06_I_B_3b_vykres_vodniho_hospodarstvi_UP_Rychvald.pdf
43. Varner. Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách, ČESKÁ ENERGERIKA s. r. o. - Vaše síla v energetice. [online], 2011. Poslední změna 19. 8. 2008, [cit. 2016-22-03]. Dostupné na WWW: http://www.ceskaenergetika.cz/nezarazene_clanky/cisteni_odpadnich_vod_v_korenovych_cistirnach.html
44. Vodní zákon – č. 254/2001 Sb. – Aktuální znění. 2001, [online], [cit. 2016-30-03]. Dostupné na WWW: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254#cast1>
45. [www.emARTINKA.cz](http://www.emartinka.cz) – Rekonstrukce našeho domu. 2001- 2016, [online]. Poslední změna 12. 3. 2007, 15:28:29h, [cit. dne 18-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.emartinka.cz/doma.asp?Dotaz=rek&show=1996>
46. Základní mapy ČR (WMTS). [online]. Dostupné na WWW: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
47. Zákon o ochraně veřejného zdraví - č. 258/2000 Sb. – Aktuální znění. 2016, [online]. Poslední změna 14. 7. 2000, [cit. 2016-24-03]. Dostupné na WWW: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258#cast1>

48. Zákon o vodovodech a kanalizacích – č. 274/2001 Sb. – Aktuální znění. 2016, [online]. Poslední změna 10.07.200, [cit. dne 04-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>
49. Zemní filtry, biologické zemní filtry. 2016, [online], [cit. dne 08-04-2016] Dostupné na WWW: <http://www.ekocis.cz/zemni-filtry>
50. zevarovité. [online], [cit. dne 13-04-2016]. Dostupné na WWW: <http://www.kvetena.com/zevarovite.html>
51. ŽABIČKA, Zdeněk. Odpadní voda – vlastnosti. 2016, [online]. Poslední změna 20. 11. 2008, 13:35:36h, [cit. 2016-22-02]. Dostupné na WWW: <http://www.garten.cz/a/cz/4684-odpadni-voda-vlastnosti-a-podminky-pro-pouziti-1/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BSK	biologická spotřeba kyslíku
ČOV	čistírna odpadních vod
DČOV	domácí čistírna odpadních vod
EO	ekvivalentní obyvatel
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
NL	nerozpuštěné látky
OV	odpadní voda
RD	rodinný dům
VKČ	vegetační kořenová čistírna odpadních vod
NV	nařízení vlády

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1. SITUAČNÍ MAPA RYCHVALDU (PUBLIKACE DAT IKS, 2016 [ONLINE]).	2
OBRÁZEK 2. OBLAST PRO NÁVRH LIKVIDACE OV (PUBLIKACE DAT IKS, 2016 [ONLINE]).	4
OBRÁZEK 3. VÝŠKOVÁ SITUACE ŘEŠENÉ OBLASTI – VRSTEVNICE, MÍSTO NÁVRHU VKČ (PUBLIKACE DAT IKS, 2016 [ONLINE]).	6
OBRÁZEK 4. FOTOGRAFIE POZEMKU ČÍS. PARC. 6597 V KATASTRÁLNÍM ÚZEMÍ RYCHVALD ZE DNE 6. 4. 2016 - MÍSTO NÁVRHU VKČ (FOTO: HABA VLADIMÍR).	7
OBRÁZEK 5. DETAIL SYSTÉMU LIERNUR (SEWER HISTORY, 2004 [ONLINE]).	11
OBRÁZEK 6. PŘÍKLADY KOLOBĚHU NUTRIENTŮ (DECKER K., 2010 [ONLINE]).	11
OBRÁZEK 7. PŘÍKLAD DĚLICÍ TOALETY SLOUŽÍCÍ K SEPARACI ŽLUTÝCH A HNĚDÝCH VOD (MIFKOVÁ T., 2011 [ONLINE]).	12
OBRÁZEK 8. DECENTRALIZOVANÝ ODVOD OV NA ÚROVNI DOMÁCNOSTÍ (MIFKOVÁ T., 2011 [ONLINE]).	14
OBRÁZEK 9. SCHÉMA USPOŘÁDÁNÍ ZAŘÍZENÍ NA ČIŠTĚNÍ ŠEDÝCH VOD (PLOTĚNÝ K., 2012 [ONLINE]).	14
OBRÁZEK 10. NÁKRES ŽUMPY (NÁDRŽE A ŽUMPY, 2016 [ONLINE]).	25
OBRÁZEK 11. NÁKRES TŘÍ-KOMOROVÉHO SEPTIKU SE ZAVEDENÍM DO ZEMNÍHO FILTRU (ČISTIČKY ODPADNÍCH VOD, [ONLINE]).	27

OBRÁZEK 12. SCHÉMA PŮDNÍHO FILTRU (PÍSKOVÉ FILTRY – BIOWA, [ONLINE]).	31
OBRÁZEK 13. KOLOBĚH ODPADNÍ VODY PŮDNÍM FILTREM (ZEMNÍ FILTRY, 2016 [ONLINE]).	33
OBRÁZEK 14. ZEVAR VZPŘÍMENÝ (ZEVAROVITÉ, [ONLINE]).	36
OBRÁZEK 15. SÍTINA ROZKLADITÁ (SÍTIKOVITÉ, [ONLINE]).	37
OBRÁZEK 16. CHRASTICE RÁKOSOVITÁ (LIPNICOVITÉ, [ONLINE]).	37
OBRÁZEK 17. KOSATEC ŽLUTÝ (KOSATCOVITÉ, [ONLINE]).	38
OBRÁZEK 18. TYPICKÉ USPOŘÁDÁNÍ KOŘENOVÉ ČISTÍRNY S PODPOVRCHOVÝM HORIZONTÁLNÍM PRŮTOKEM (POLÁK P., 2011 [ONLINE]).	39
OBRÁZEK 19. VEGETAČNÍ KOŘENOVÁ ČISTÍRNA - ŘEŽ U PRAHY (ARRAY – GALERIE, [ONLINE]).	43
OBRÁZEK 20. VÝSKYT SPLAŠKOVÉ VODY PODÉL ULICE MLÉKÁRENSKÁ (FOTO: VLADIMÍR HABA, ÚNOR 2016).	44
OBRÁZEK 21. VÝSKYT SPLAŠKOVÉ VODY PODÉL ULICE TŘEŠŇOVÁ (FOTO: VLADIMÍR HABA, ÚNOR 2016).	44
OBRÁZEK 22. MÍSTO VTOKU OV NA ULICI TŘEŠŇOVÁ (U MOSTKU) (FOTO: VLADIMÍR HABA, DUBEN 2016).	45
OBRÁZEK 23. NÁČRT NAVRHOVANÉHO ODVODU OV DLE PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE (PUBLIKACE DAT IKS, 2016 [ONLINE]).	48

OBRÁZEK 24. ÚZEMNÍ PLÁN RYCHVALDU – VÝKRES VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ Z ROKU 2014 (ÚZEMNÍ PLÁNOVÁNÍ, 2014 [ONLINE]).	49
OBRÁZEK 25. LEGENDA (ÚZEMNÍ PLÁNOVÁNÍ, 2014 [ONLINE]).	49
OBRÁZEK 26. LEGENDA (ÚZEMNÍ PLÁNOVÁNÍ, 2014 [ONLINE]).	49
OBRÁZEK 27. SCHÉMA DČOV (ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD, 2006 [ONLINE]).	52
OBRÁZEK 28. UMÍSTĚNÍ DČOV HERVA (HERVA – DOMÁCÍ ČISTÍRNA, [ONLINE]).	53
OBRÁZEK 29. DČOV AS-VARIOCOMP 5K OD FIRMY ASIO (AS-VARIOCOMP 5K, [ONLINE]).	58
OBRÁZEK 30. BALENÁ ČOV EK - S150 (BIOLOGICKÉ BALENÉ ČOV, 2016 [ONLINE]).	60
OBRÁZEK 31. VKČ MOŘICE U BEROUNA PRO 700 EO (ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD 2, [ONLINE]).	61

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1. VÝVOJ POČTU OBYVATEL V RYCHVALDU OD R. 2007 - 2015 (PROFIL MĚSTA, 2016 [ONLINE]).	3
TABULKA 2. ORIENTAČNÍ SLOŽENÍ SPLAŠKOVÝCH VOD (HLAVÍNEK A KOL. 2001).	9
TABULKA 3. MNOŽSTVÍ PLOVOUCÍCH LÁTEK, BSK A CHSK V ŠEDÉ VODĚ (BIELA R., 2011 [ONLINE]).	13
TABULKA 4. VÝČET PARAMETRŮ ZNEČIŠTĚNÍ OV VYPOUŠTĚNÝCH Z ČOV (PŘEDPIS Č. 401/2015 SB., 2015 [ONLINE]).	23
TABULKA 5. ORIENTAČNÍ ÚDAJE ZATÍŽENÍ ZEMNÍHO FILTRU (ŠÁLEK J. 2006).	32
TABULKA 6. MOŽNOSTI USPOŘÁDÁNÍ VKČ A JEJICH VYUŽITÍ V PODMÍNKÁCH ČR (ŠÁLEK J. 2006).	34
TABULKA 7. ORIENTAČNÍ HODNOTY NEJMENŠÍCH VZDÁLENOSTÍ ZAŘÍZENÍ ČISTÍRNY OD BYTOVÉ ZÁSTAVBY (ŠÁLEK J. 2006).	35
TABULKA 8. HODNOTY RYCHLOSTNÍ KONSTANTY (ŠÁLEK J. 2006).	40
TABULKA 9. HODNOTY ZATÍŽENÍ VKČ VZHLEDEM K POUŽITÉ FRAKCI FILTRAČNÍHO MATERIÁLU (ŠÁLEK J. 2006).	41
TABULKA 10. HODNOTY JEDNOTLIVÝCH ZKOUMANÝCH UKAZATELŮ VKČ V NĚMECKU A ČR (ŠÁLEK J. 2006).	42
TABULKA 11. ZJIŠTĚNÉ ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S OV S DANÉ OBLAST.	46
TABULKA 12. SROVNÁNÍ CEN NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ.	61

SEZNAM GRAFŮ

GRAF 1. ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S OV.....47

GRAF 2. ZPŮSOBY LIKVIDACE OV.....47